

รายการประกอบแบบงานวิศวกรรมรับอากาศ

และระบายอากาศ

โครงการออกแบบและปรับปรุงคณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี

มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์ ท่าพระจันทร์

ออกแบบโดย

ศูนย์นวัตกรรมและการออกแบบและวิจัย

คณะสถาปัตยกรรมศาสตร์และการผังเมือง มหาวิทยาลัยธรรมศาสตร์

สารบัญ

หมวดที่ 1	เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF)	3
หมวดที่ 2	พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)	9
หมวดที่ 3	ระบบส่งลมและอุปกรณ์	13
หมวดที่ 4	เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก ชนิด Cassette Type	27
หมวดที่ 5	วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Pipe and Fitting Material) และฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น	30
หมวดที่ 6	การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Piping Installation)	36
หมวดที่ 7	อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศและวาล์ว (Piping Accessories)	38
หมวดที่ 8	หน้ากากลม (Diffusers and Grilles)	46
หมวดที่ 9	ระบบควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL SYSTEM)	48
หมวดที่ 10	การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี	53
หมวดที่ 11	วัสดุป้องกันไฟและควันลาม	57
หมวดที่ 12	การทำความสะอาด การทดสอบอุปกรณ์ การปรับแต่งระบบ	58
หมวดที่ 13	ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ	63
หมวดที่ 14	สายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ	73
หมวดที่ 15	วัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติใช้ในโครงการ	77

หมวดที่ 1 เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF)

1. ความต้องการทั่วไป

เครื่องปรับอากาศแบบ VARIABLE REFRIGERANT FLOW ระบบหนึ่ง ประกอบด้วยเครื่องระบายความร้อน ซึ่งใช้คู่กันกับเครื่องเป่าลมเย็นมากกว่า 1 ชุดขึ้นไป และอุปกรณ์แต่ละชุดประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิตในต่างประเทศ หรือประกอบภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์นั้น โดยที่เครื่องระบายความร้อนเป็นแบบระบายความร้อนด้วยอากาศ ซึ่งเมื่อใช้คู่กับเครื่องเป่าลมเย็นตามที่ผู้ผลิตแนะนำ และมีหลักฐานยืนยันแล้ว จะต้องสามารถทำความเย็นรวมที่สภาวะอากาศเข้าคอยล์เย็นที่กำหนดได้ตามขนาดทำความเย็นที่ระบุในรายการอุปกรณ์ และอากาศก่อนเข้าคอยล์ร้อนที่อุณหภูมิ 37°CDB (98.6°FDB) ความสามารถของระบบจะต้องรองรับการเดินท่อน้ำยาได้มากกว่า 150 เมตร และความต่างระดับของเครื่องระบายความร้อนกับเครื่องเป่าลมเย็นได้มากกว่า 40 เมตร และจะต้องจัดเตรียมด้วยระบบควบคุมอัตโนมัติแบบ MICROPROCESSOR มาอย่างครบชุด

2. เครื่องระบายความร้อน (OUTDOOR UNIT)

เป็นแบบเป่าลมร้อนขึ้นด้านบนหรือด้านข้าง ประกอบด้วย คอมเพรสเซอร์ชนิด SEALED HERMATIC TYPE แบบ SCROLL หรือ ROTARY อย่างน้อย 1 ชุด และมีวงจรน้ำยาเป็นแบบ SINGLE CIRCUIT ใช้กับระบบน้ำยา R-410A การปรับเปลี่ยนความเร็วรอบของมอเตอร์คอมเพรสเซอร์ทุกชุดแบบ INVERTER เป็นไปโดยอัตโนมัติ และระบบไฟฟ้า 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในรายการอุปกรณ์ โดยห้ามทำการดัดแปลงหรือใช้หม้อแปลง แปลงแรงดันไฟฟ้าอีกทีหนึ่ง รายละเอียดอื่น ๆ มีดังต่อไปนี้-

2.1 ตัวถังเครื่องระบายความร้อน ทำด้วยเหล็กอาบสังกะสีหรือเหล็กดำ พ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี ซึ่งทนทานต่อสภาพแวดล้อมภายนอกอาคาร ตัวโครงจะต้องมั่นคงแข็งแรง ไม่สั่นสะเทือน หรือเกิดเสียงดังเมื่อใช้งาน

2.2 คอมเพรสเซอร์สามารถควบคุมสมรรถนะของขนาดทำความเย็น โดยปรับการใช้กระแสไฟฟ้าตามการใช้งานในช่วงเวลาต่างๆอย่างมีประสิทธิภาพสูงสุดโดยอัตโนมัติ คอมเพรสเซอร์แต่ละชุดต้องติดตั้งอยู่บนฐานที่แข็งแรง และมีลูกยางกันกระเทือนรองรับ

2.3 พัดลมระบายความร้อนเป็นแบบ PROPELLER TYPE ขับด้วยมอเตอร์ชนิด WEATHER PROOF ได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

2.4 แผงระบายความร้อน ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบริบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด PLATE FIN TYPE อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล และจะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการกัดกร่อนทางเคมี จำนวนครีบริบายความร้อนไม่น้อยกว่า 480 ครีบริบายเมตร (12 ครีบริบายนิ้ว) ทองแดง และผ่านการทดสอบรอยรั่วและขจัดความชื้นมาจากโรงงานผลิต

2.5 อุปกรณ์อื่น ๆ ในเครื่องระบายความร้อนมีดังนี้-

2.5.1 INTERNAL THERMAL SWITCH PROTECTION AND OVERCURRENT PROTECTION DEVICE FOR COMPRESSOR.

2.5.2 INVERTER OVERLOAD PROTECTION DEVICES FOR INVERTER CONTROL.

2.5.3 THERMAL SWITCH PROTECTION DEVICE FOR FAN MOTOR.

- 2.5.4 CHECK VALVE HIGH PRESSURE PROTECTION DEVICE FOR COMPRESSOR.
- 2.5.5 HIGH / LOW PRESSURE SWITCH.
- 2.5.6 SUCTION / LIQUID LINE SHUT OFF VALVE.
- 2.5.7 REFRIGERANT CHARGING PORT (SERVICE PORT)
- 2.5.8 SOLENOID VALVE CONTROL SUB COOL COIL BYPASS.
- 2.5.9 ACCUMULATOR TANK FOR BUFFER AND RESERVE REFRIGERANT.
- 2.5.10 OIL SEPARATOR AND AUTOMATIC OIL RECOVERY AND EQUALISATION OPERATIONS.

2.6 ระดับความดังของเสียงของแต่ละ SINGLE UNIT จะต้องไม่เกิน 69 dB(A) ในขณะการใช้งานปกติ วัดที่ระยะห่างแนวราบ 1 เมตร

3. เครื่องเป่าลมเย็น (INDOOR UNIT)

3.1 ตัวถังเครื่องเป่าลมเย็นทำด้วยเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กด้าพ่นสีกันสนิมและสีภายนอกอย่างดี หรือ วัสดุที่ทนต่อการเป็นสนิม เช่น ไฟเบอร์กลาส พลาสติกอัดแรง ภายในตัวเครื่องบุด้วยฉนวนไม่ลามไฟชนิด CLOSED CELL INSULATION หรือ FIRE RETARDANT POLYURETHANE ความหนาเพียงพอที่ไม่ทำให้เกิดการเกาะของหยดน้ำ ถาดรองน้ำทิ้งบุด้วยฉนวนประเภทเดียวกัน ประกอบมาเสร็จเรียบร้อยจากโรงงานผู้ผลิต

3.2 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL, TURBO FAN หรือ CROSS FLOW FAN ทำจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี พัดลมตัวเดียวหรือสองตัวตั้ง อยู่บนเพลาดียวกัน

3.3 เครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุด จะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (EXTERNAL STATIC PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์

3.4 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ DIRECT-DRIVE ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจากโรงงานผู้ผลิต

3.5 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ DIRECT EXPANSION COIL ทำด้วยท่อทองแดง มีครีบบระบายความร้อนทำด้วยอลูมิเนียมชนิด PLATE FIN TYPE อัดติดแน่นกับท่อด้วยวิธีกล แผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามขนาดของเครื่องเป่าลมเย็นแต่ละชุดตามข้อกำหนด และผ่านการทดสอบรอยรั่วจากโรงงานผู้ผลิต

3.6 สำหรับเครื่อง OUTDOOR AIR UNIT ให้สามารถทำอุณหภูมิลมเย็นที่จ่ายได้อย่างน้อย 18°CDB หรือเป็นให้ไปตามข้อกำหนด และกรณีที่ติดตั้งเครื่อง OUTDOOR AIR UNIT ในระบบน้ำยาชุดเดียวกันกับเครื่องเป่าลมเย็นปกติ ให้จำกัดขนาดเครื่อง (COOLING CAPACITY) ของ FRESH AIR UNIT ไม่เกิน 30% ของความสามารถในการทำความเย็นของระบบน้ำยานั้นๆ

3.7 อุปกรณ์ประกอบของเครื่องเป่าลมเย็นมีดังต่อไปนี้.-

- 3.7.1 RETURN AIR, REFRIGERANT ENTERING AND REFRIGERANT LEAVING THERMISTOR SENSORS.
- 3.7.2 ELECTRONIC OR ELECTRIC EXPANSION VALVE
- 3.7.3 DRAIN PAN AND DRAIN PAN CONNECTION.
- 3.7.4 REFRIGERANT PIPE CONNECTIONS.
- 3.7.5 PRINTED CIRCUIT BOARD.
- 3.7.6 PID CONTROL FOR EXPANSION VALVE.

4. เครื่องปรับอากาศบริสุทธิชนิด DOUBLE SKIN (OUTDOOR AIR UNIT)

4.1 พัดลมเป่าลมเย็นเป็นแบบ CENTRIFUGAL, BACKWARE CURVE หรือ AIR FOIL IMPELLER แบบ DOUBLE WIDTH DOUBLE INLET, DWDI ทำจากเหล็กอาบสังกะสี หรือเหล็กผ่านกรรมวิธีฟอสเฟต พื้นสีแล้วอบ (BAKED ON ENAMEL) พัดลมจะต้องติดตั้งอยู่ทางด้าน DOWNSTREAM ของคอยล์เย็น

4.2 พัดลมเป่าลมเย็นจะต้องสามารถส่งปริมาณลมและให้ความดันลม (EXTERNAL STATIC PRESSURE) ได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์ โดยความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมอยู่ระหว่าง 9-12 เมตรต่อวินาที

4.3 มอเตอร์ขับพัดลมแบบ INDUCTION MOTOR ชนิด TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED, WEATHER PROOF, IP 55 ฉนวนขดลวด CLASS B ใช้กับ ระบบไฟฟ้า 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ขับพัดลมแบบ DIRECT-DRIVE ปรับรอบด้วย VARIABLE SPEED DRIVE (VSD) หรือแบบ BELT DRIVE โดยอาศัยมุขและสายพานรูปตัววีชนิด ADJUSTABLE PULLEY ตัวพัดลมจะต้องได้รับการตรวจหรือปรับสมดุลทั้งในขณะที่หยุดนิ่งและขณะทำงานมาแล้วจาก โรงงานผู้ผลิต

4.4 โครงเครื่อง (FRAMEWORK) ทุกส่วนทำจากอลูมิเนียมรีดขึ้นรูปชนิดป้องกันการส่งผ่านความร้อน (EXTRUDED THERMAL BREAK ALUMINUM PROFILE FRAMEWORK) ความหนาของ ALUMINUM PROFILE ไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร โครงเครื่องยึดประกอบเข้าด้วยกันอย่างแข็งแรงและแน่นหนา

4.5 ผนังตัวถังเครื่อง (CASING) ทุกด้านมีโครงสร้างเป็นผนัง 2 ชั้นและมีไส้ฉนวนอยู่ระหว่างกลาง (DOUBLE-SKINNED WITH INSULATION CORE) ผนังผลิตมาจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่เคลือบผิวหน้าด้วยโพลีเอสเตอร์หรือสารวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติสูงกว่าเพื่อให้ผิวหน้าทั้งด้านนอกและด้านในตัวเครื่องมีความเรียบไม่สะสมฝุ่นและสิ่งสกปรก ฉนวนซึ่งเป็นไส้ในระหว่างแผ่นผนัง 2 ชั้นเป็นฉนวนยางเซลล์ปิด ฉนวนใยแก้ว หรือฉนวนโพลียูรีเทนชนิดไม่ลามไฟ ฉนวนมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/M.K (0.27 BTU.IN/FT².H. F) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32C (90F) ความหนาแน่น ไม่น้อยกว่า 32 กิโลกรัมต่อลูกบาศก์เมตร ความหนาของฉนวนไม่ต่ำกว่า 25 มิลลิเมตร ตัวถังเครื่องที่ประกอบเสร็จพร้อมใช้จะต้องมีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนรวมไม่เกิน 0.80 W/M².K

4.6 แผงคอยล์เย็นเป็นแบบ DIRECT EXPANSION COIL ทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาชนิดไม่มีตะเข็บขนาด เส้นผ่าศูนย์กลาง (NOMINAL OD) ไม่เล็กกว่า 9.52 มิลลิเมตร จำนวน ROW ของคอยล์ต้องไม่น้อยกว่า 4 ROW หาก ต้องการมากกว่า 6 ROW จะต้องแยกคอยล์เย็นเป็น 2 BANK แต่ละ BANK ห่างกันอย่างน้อย 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) มี ครอบคลุมความยืดติดโดยวิธีกลอยู่กับท่อทองแดงอย่างสม่ำเสมอ มีจำนวนครีบบนช่วง 320-480 ครีบบนช่วง (8-12 ครีบนว) และแผงคอยล์เย็นแต่ละชุดจะต้องสามารถจ่ายความเย็นได้ตามขนาดของเครื่องปรับอากาศบริสุทธิแต่ละชุด ตามข้อกำหนด

4.7 ถาดน้ำทิ้งครอบคลุมได้ส่วนที่เป็นคอยล์เย็นทั้งหมด ไม่ให้ใช้ผนังด้านล่างของตัวถังเครื่องเป็นถาดน้ำทิ้ง ถาดน้ำทิ้งต้องทำแยกเป็นอีกชั้นหนึ่งยกสูงจากผนังด้านล่าง ถาดน้ำทิ้งทำจากแผ่นเหล็กปลอดสนิมหรือแผ่นเหล็กอาบสังกะสีที่ ด้านรับน้ำเคลือบผิวด้วยสารป้องกันการผุกร่อน ทั้ผิวส่วนที่ไม่สัมผัสน้ำด้วยฉนวนยางเซลล์ปิดหรือฉนวนโพลียูรีเทนความ หนาไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร

4.8 กล่องแผงกรองอากาศเป็นผลิตภัณฑ์มาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต โครงและผนังของกล่องมีส่วนประกอบ เช่นเดียวกับตัวถังเครื่องทุกประการ กล่องแผงกรองอากาศมีช่องเปิดบริการเพื่อเปลี่ยนแผงกรองอากาศได้ง่าย มีความลึก เพียงพอที่จะติดตั้งแผงกรองอากาศชนิด PRE-FILTER และ/หรือ MEDIUM FILTER ตามที่ระบุในรายการอุปกรณ์ได้

5. ระบบท่อสารทำความเย็นและท่อน้ำทิ้ง

5.1 ท่อน้ำยาเป็นท่อทองแดงชนิดแข็ง TYPE L และให้หุ้มท่อ SUCTION ด้วยฉนวน CLOSED CELL INSULATION หนาไม่น้อยกว่า 25 มม. (1 นิ้ว) หรือตามที่ระบุในแบบ ท่อน้ำยา SUCTION และ LIQUID ให้เดินแยกจากกัน โดยมี CLAMP รััดทุกๆ ระยะที่ห่างกันไม่เกิน 2.5 เมตร (8 ฟุต) ฉนวนหุ้มท่อส่วนที่รััด CLAMP ให้สอดแผ่นสังกะสีกว้างไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) หุ้มรอบฉนวนก่อนรััด CLAMP

5.2 การเดินท่อน้ำยาจะต้องเดินขนานหรือตั้งฉากกับอาคาร ท่อส่วนที่เจาะทะลุตัวอาคารให้ใส่ PIPE SLEEVES ทุกแห่ง และอุดช่องว่างด้วยวัสดุกันน้ำ ท่อน้ำยาและท่อสายไฟที่เดินทะลุขึ้นไปบนดาดฟ้า ให้ทำฝาดครอบ หรือก่ออิฐช่องที่ท่อทะลุขึ้นไปเพื่อกันฝน ท่อทั้งหมดที่เดินบนดาดฟ้า ให้รองรับด้วยเหล็กตัวซี (C) ขนาด 75 มม. x 40 มม. x 5 มม. (3 นิ้ว x 1 1/2 x 0.2 นิ้ว) โดยเหล็กรองรับดังกล่าวต้องอยู่ห่างกันไม่เกิน 2.4 เมตร (8 ฟุต) ความยาวของเหล็กรองรับต้องมากพอที่จะรับ CLAMP ยึดท่อทั้งหมดได้

5.3 ท่อน้ำทิ้งใช้ท่อ PVC แข็ง, CLASS 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532 อุปกรณ์ ข้อต่อท่อ จะต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อท่อตามคำแนะนำของผู้ผลิตท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด CLOSED CELL INSULATION ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มม. (3/4 นิ้ว)

5.4 ในทุกๆ กรณีจะต้องตรวจปริมาณน้ำยาให้เต็มระบบท่อเสมอ โดยการตรวจดูทางด้าน SIGHT GLASS จะต้องเห็นน้ำยาไม่เป็นฟองอากาศ

5.5 ข้อต่อของท่อน้ำยาจะต้องประกอบด้วยวัสดุฉนวนเสร็จเรียบร้อยมาจากผู้ผลิต และการติดตั้งระบบท่อน้ำยาต้องทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

5.6 ท่อที่หุ้มฉนวนที่ติดตั้งภายนอกอาคาร จะต้องหุ้มด้วย ALUMINIUM JACKET ความหนาไม่น้อยกว่า 0.5 มม.

6. ระบบควบคุม (Control System)

6.1 อุปกรณ์ควบคุมเป็นแบบ MICROPROCESSOR เป็นหลัก โดยส่วนประกอบของระบบต้องสามารถทำงานเทียบเท่ากับระบบ INTELLIGENT MANAGER PLUS BACNET GATEWAY โครงข่ายของระบบควบคุมจะต้องเชื่อมต่อโดยตรงกับอุปกรณ์หรือระบบอื่นๆ โดยการเตรียม BACNET PROTOCOL ไว้ด้วย

6.2 เครื่องควบคุมอุณหภูมิจะต้องเป็นชนิด ELECTRONIC ติดตั้งควบคุมจุดที่กำหนดไว้ในแบบ หรือติดตั้งภายในส่วนลมกลับของเครื่องเป่าลมเย็น

6.3 กำหนดให้มีระบบควบคุมส่วนกลาง โดยมีความสามารถ

6.3.1 ควบคุมการเปิด-ปิดเครื่องปรับอากาศ ตั้งอุณหภูมิ ปรับอัตราการไหลของลม และการทำงานของเครื่องปรับอากาศที่จำเป็นอย่างอื่นได้ โดยมีการแสดงสถานะของระบบทั้งหมดผ่านหน้าจอแบบ TOUCH SCREEN ของตัวควบคุมเอง หรือหน้าจอคอมพิวเตอร์

6.3.2 สามารถปรับตั้งเวลา เปิดปิด เครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องได้ตลอด 24 ชั่วโมง

6.3.3 สามารถตั้งจำกัดค่าอุณหภูมิสูงสุด/ต่ำสุดของเครื่องปรับอากาศแต่ละเครื่องได้

6.3.4 สามารถดูข้อมูลประวัติ TROUBLE HISTORY ของเครื่องปรับอากาศได้

- 6.4 สำหรับโครงการที่มีระบบ BAS ระบบควบคุมส่วนกลางจะต้องเชื่อมต่อกับระบบ BAS เพื่อให้สามารถตรวจสอบสถานะการทำงานของระบบ VRF ผ่านระบบ BAS ได้
- 6.3 ท่อร้อยสายไฟจะต้องเป็นท่อเหล็ก โดยในส่วนที่ติดตั้งภายในสถานที่ปรับอากาศจะเป็นแบบ EMT และในส่วนที่อยู่นอกสถานที่ปรับอากาศเป็นแบบ IMC
- 6.4 ท่อที่ใช้สำหรับสายสัญญาณจะต้องเป็นแบบ PVC ของท่อร้อยสายไฟฟ้า
- 6.5 จุดเชื่อมต่อของท่อจะต้องเป็น WATERPROOF ติดตั้งสแตคสำหรับพื้นที่ภายนอก และพื้นที่ภายใน
- 6.6 การติดตั้ง SAFETY SWITCH ทั้งแบบที่มีฟิวส์ หรือไม่มีฟิวส์จะต้องติดตั้งให้ใกล้กับเครื่องระบายความร้อนให้ได้มากที่สุด และขนาดของอุปกรณ์ต้องเป็นไปตามคำแนะนำของผู้ผลิตเครื่องปรับอากาศ
- 6.7 การเดินสายไฟฟ้า (ซึ่งรวมถึงสายไฟสำหรับเครื่องปรับอากาศ) และสายสัญญาณจะต้องไม่วางอยู่ในท่อร้อยสายไฟเดียวกัน โดยสายไฟฟ้าและสายสัญญาณจะต้องเดินภายในท่อที่แยกกันต่างหาก
- 6.8 จะต้องมีการเชื่อมต่อเชื่อมโยกัน (INTERLOCKING SYSTEM) ระหว่างเครื่องระบายความร้อน และเครื่องเป่าลมเย็น เพื่อป้องกันไม่ให้เครื่องระบายความร้อนทำงานเมื่อมอเตอร์พัดลมเป่าลมเย็นไม่ทำงาน หรือเครื่องระบายความร้อนทำงานก่อนเครื่องเป่าลมเย็น ในวงจรควบคุมจะต้องมีการใส่ฟิวส์ไว้ด้วย
- 6.9 ระบบควบคุมต้องสามารถวัดการใช้พลังงานของแต่ละ INDOOR UNIT ได้

7. การติดตั้งระบบปรับอากาศ

- 7.1 การติดตั้งระบบปรับอากาศให้เป็นไปตามแบบ สำหรับเครื่องเป่าลมเย็น การติดตั้งอาจเคลื่อนย้ายจุด ติดตั้งได้ตามความเหมาะสมและความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน การติดตั้งเครื่องระบายความร้อน ให้รองรับทุกเครื่องด้วยขาเหล็ก มีลูกยางกันกระเทือนรองรับ ชิ้นส่วนที่เป็นเหล็ก ให้ทาสีกันสนิมและสีทา ภายนอกอีกชั้นหนึ่ง
- 7.2 การติดตั้งสวิทช์เปิด-ปิด และเครื่องควบคุมอุณหภูมิ ให้ติดตั้งตามจุดที่กำหนดไว้ในแบบหรือรายการ ในกรณีที่มีอุปสรรคเกี่ยวกับโครงสร้างของอาคาร ทำให้ไม่สามารถติดตั้งได้ตามจุดที่กำหนดในแบบ ผู้ควบคุมงานจะเป็นผู้กำหนดให้ใหม่เวลาทำการติดตั้ง
- 7.3 การติดตั้งเครื่องเป่าลมเย็นให้มี VIBRATION ISOLATOR รองรับเพื่อป้องกันการสั่นสะเทือน การติดตั้งระบบ ปรับอากาศ ให้คำนึงถึงเรื่องเสียงเป็นสำคัญด้วย โดยเมื่อเดินเครื่องปรับอากาศจะต้องมีเสียงดังไม่เป็นที่ รบกวนผู้อาศัยใกล้เคียง
- 7.4 การทดสอบระบบจะต้องควบคุมโดยผู้ผลิต

8. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารดังนี้

- 8.1 ตารางเปรียบเทียบ PROJECT SPECIFICATION กับ SPECIFICATION ที่เสนอ
- 8.2 ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลชุด INDOOR UNIT และ OUTDOOR UNIT ที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์

- 8.3 MATCHING PERFORMANCE สำหรับ INDOOR UNIT ที่ COOLING COIL ENTERING TEMPERATURE ตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์ โดยแสดง TOTAL COOLING CAPACITY, SENSIBLE COOLING CAPACITY
- 8.4 FAN PERFORMANCE CURVES โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง STABLE และต้องแสดง PERFORMANCE CURVES ที่ระดับความเร็วต่างๆ มาด้วย
- 8.5 ความดังของเสียงของ INDOOR UNIT (DBA) ที่ระดับความเร็วต่างๆ ที่ระยะ 1.5 เมตร
- 8.6 MATCHING PERFORMANCE สำหรับ OUTDOOR UNIT ที่ AMBIENT TEMPERATURE ตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ และความยาวท่อสารทำความเย็นจริงที่ต้องติดตั้ง โดยแสดง TOTAL COOLING CAPACITY
- 8.7 ความดังของเสียงของ OUTDOOR UNIT (DBA) ที่ระยะ 1.0 เมตร ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้ารวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้

หมวดที่ 2 พัดลมระบายอากาศ (VENTILATION AND EXHAUST FANS)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 พัดลมระบายอากาศต้องเป็นรุ่นมาตรฐาน (STANDARD MODEL) ของผู้ผลิตที่ออกแบบมาสำหรับใช้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ต และมีความสามารถในการระบายอากาศได้ไม่น้อยกว่าข้อกำหนดในรายการอุปกรณ์ ใบพัดของพัดลมต้องได้รับการปรับสมดุลทั้งในขณะหยุดนิ่ง และขณะหมุนมาจากโรงงานผู้ผลิต VIBRATION ISOLATOR เป็นแบบ SPRING หรือตามที่ระบุใน TYPICAL DETAIL

1.2 GRAVITY SHUTTER ต้องเป็นแบบที่ทนทานต่อการใช้งานภายนอกอาคารได้เป็นอย่างดี (WEATHER PROOF) ใบปิด-เปิด ทำด้วยอลูมิเนียมหลายใบเรียบซ้อนกันประกอบอยู่ในโครงเหล็กแข็งแรง ปลายใบในส่วนที่ปิดซ้อนกันต้องแนบสนิท สามารถป้องกันลมและฝนภายนอกไม่ให้ผ่านเข้าในอาคารได้

1.3 โดยทั่วไปความดังของเสียงจะต้องไม่เกิน 80 dBA (RE 10-12WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 และสำหรับพัดลมที่ติดตั้งในลักษณะ FREEBLOW จะต้องดังไม่เกิน 55 dBA (RE 10-12 WATTS) ที่ OCTAVE BAND 2-8 ถ้าหากเสียงดังเกินกว่านี้จะต้องติดตั้ง อุปกรณ์เก็บเสียงที่เหมาะสมเพื่อลดระดับเสียงให้อยู่ในระดับที่เทียบเท่ากันนี้

1.4 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น มอเตอร์ที่ใช้ขับเคลื่อนพัดลมผ่านชุดสายพานขับเคลื่อนเป็นแบบ TEFC, SQUIRREL CAGE, INDUCTION MOTOR ใช้กับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่กำหนดในแบบมาตรฐาน IEC, SYNCHRONOUS SPEED 1,450 RPM, INSULATION CLASS B, ROTOR TORQUE CLASS 1.3 สำหรับมอเตอร์ขนาดเล็กกว่า 0.55 kW (3/4 HP) และ ROTOR TORQUE CLASS 1.6 สำหรับมอเตอร์ที่ขนาดใหญ่กว่าและเท่ากับ 0.55 kW (3/4 HP), CLASS OF PROTECTION ไม่ต่ำกว่า IP54, MOUNTING ARRANGMENT จะต้องเหมาะสมกับลักษณะการติดตั้งพัดลม

1.5 ขนาดของมอเตอร์ (NAMEPLATE KW RATING) ของพัดลมที่มีใบพัดแบบ BACKWARD CURVE หรือ AEROFOIL จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุด (MAXIMUM BRAKE HORSEPOWER) ที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 15% และสำหรับพัดลมที่มีใบพัดแบบ FORWARD CURVE มอเตอร์จะต้องมากกว่ากำลังที่ต้องการขับเคลื่อนสูงสุดที่จุดเลือกใช้งานตามที่ระบุไว้ไม่น้อยกว่า 30%

1.6 พัดลมที่ใช้ติดตั้งสำหรับพื้นที่การใช้งานพิเศษให้คุณสมบัติตามข้อกำหนดต่อไปนี้

1.6.1 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันจาก HOOD คร้ว ให้ใช้ชนิด OVERHUNG TYPE ตำแหน่งตลับลูกปืนของพัดลมที่ใช้ดูดควันหรือไอน้ำจากห้องครัว จะต้องมีการ BEARING COVER และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้

1.6.2 พัดลมที่ใช้กับบริเวณที่มีการกัดกร่อน หรือบริเวณระบบบำบัดน้ำเสีย ต้องเป็นแบบ CHEMICAL PROOF หรือใช้ VINYL CHLORIDE ชนิดแข็งกับทุกส่วนที่ต้องสัมผัสกับอากาศที่กัดกร่อน

1.6.3 พัดลมที่ใช้กับระบบระบายควันต้องเป็นชนิดทนความร้อนและใช้งานในอุณหภูมิเกิน 250°C ได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

1.6.4 พัดลมสำหรับระบบควบคุมควันไฟ เช่น พัดลมอัดความดัน และพัดลมระบายควันจะต้องแข็งแรงโดยประกอบขึ้นด้วย HEAVY GAUGE GALVANIZED STEEL CONSTRUCTION มอเตอร์สำหรับพัดลมระบายควันไฟต้องเป็นชนิด INSULATION CLASS H, IP 55 และมอเตอร์สำหรับพัดลมอัดความดันจะต้องเป็นชนิด INSULATION CLASS F, IP 55 สายไฟฟ้าของพัดลมระบายควันและพัดลมอัดอากาศจะต้องเป็นแบบกันความร้อนและกันน้ำ

1.7 ผู้รับจ้างจะต้องประสานงานกับผู้รับจ้างก่อสร้างอาคาร เพื่อจัดให้มีช่องเปิดบริการ (ACCESS PANEL) ใต้เครื่องพัดลมที่ฝ้าเพดานทุกเครื่อง ขนาดของช่องเปิดบริการจะต้องไม่เล็กกว่า 1.20×0.60 เพื่อให้สามารถเปิดช่องบริการขึ้นในช่องฝ้า เพื่อซ่อมแซมตัวพัดลมได้ทั้งตัว ช่องเปิดบริการและโครงของช่องเปิดจะต้องทำให้เรียบร้อยแข็งแรง ไม่ทำให้ฝ้าเพดานเสียหาย

2. พัดลมแบบ PROPELLER

2.1 ทำจากอลูมิเนียมหรือพลาสติกทนความร้อน ประกอบและผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมมาจากโรงงานผู้ผลิต ถ้าติดตั้งในบริเวณที่มีลักษณะเป็นสำนักงานที่ต้องการความสวยงาม จะต้องเป็นรุ่นที่ออกแบบมาให้มีรูปที่ออกมาให้มีรูปร่างที่สวยงาม

2.2 ใบพัดลมชนิดทำด้วยอลูมิเนียมต้องมี WIRE GUARD ป้องกันอันตรายยึดติดกับโครงพัดลมทางด้านดูดอากาศเข้า

2.3 GRAVITY SHUTTER เป็นแบบ MULTIBLADE GRAVITY SHUTTER ติดตั้งไว้ที่ด้านลมออก ขณะพัดลมหยุดหมุนสามารถปิดได้สนิท

2.4 การติดตั้งยึดกับผนังอาคารต้องมีแผ่นยางรองโดยรอบระหว่างโครงพัดลมกับผนังความหนาของยางรองไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (1/8 นิ้ว)

3. พัดลมระบายอากาศแบบ CEILING FAN

3.1 ใบพัดเป็นแบบ PROPELLER หรือ CENTRIFUGAL พร้อมทั้งมี OUTLET GRAVITY DAMPER

3.2 พัดลมต้องเป็นชนิดที่ออกแบบมาสำหรับติดตั้งที่ฝ้าเพดานโดยเฉพาะและสามารถถอดออกซ่อมได้โดยไม่ต้องเปิดช่องบริการ

3.3 มีสมรรถนะใกล้เคียงที่สุดกับที่กำหนดไว้ในแบบทั้งปริมาณลมและ STATIC PRESSURE รวมทั้งต้องมีระดับเสียงอยู่ในเกณฑ์ต่ำ เหมาะสมกับบริเวณที่ใช้งานด้วย

3.4 การเปิดปิดพัดลม เป็นแบบสวิตช์ที่มีไฟแสดง

4. พัดลมแบบ AXIAL FLOW

4.1 ตัวถัง (CASING) ทำด้วยเหล็กกล้า หรือเหล็กอาบสังกะสี ผ่านกรรมวิธีกันสนิมและพ่นสีภายนอกตามมาตรฐานโรงงานผู้ผลิต การขับเคลื่อนใบพัดเป็นแบบ DIRECT DRIVE หรือสายพาน มอเตอร์มี 4, 6 หรือ 8 POLE ตามรุ่นมาตรฐานของผู้ผลิต VIBRATION ISOLATOR เป็นแบบสปริง มี ACOUSTIC PAD รอง และให้ STATIC DEFLECTION ไม่น้อยกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) เมื่อรับน้ำหนักไม่เกิน MAXIMUM LOAD ตามคำแนะนำของผู้ผลิต

4.2 ใบพัดเป็นแบบ AIRFOIL สามารถปรับตำแหน่งมุมใบพัดได้ (ADJUSTABLE PITCH) ทำด้วยเหล็กกล้าหรือ ALUMINIUM ALLOY ได้รับการปรับสมดุลทั้งทาง STATIC และ DYNAMIC มาจากโรงงานผู้ผลิต

4.3 พัดลมที่เลือกใช้งานต้องมีประสิทธิภาพ (TOTAL EFFICIENCY) ตาม PERFORMANCE CURVE ไม่น้อยกว่า 60-70% หรือหากไม่เป็นไปตามที่ระบุข้างต้นให้ส่งเอกสารเพื่อให้วิศวกรพิจารณา

- 4.4 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 9 เมตรต่อวินาที (1,800 ฟุตต่อนาที) ปากพัดลม INLET และ OUTLET ที่ไม่ต่อกับท่อลมต้องใส่ตะแกรง (SCREEN) เหล็กไม่เป็นสนิม ช่องเปิดของตะแกรงไม่เล็กกว่า 25 มิลลิเมตร (1 นิ้ว) ปากพัดลมทางเข้าที่ไม่ต่อกับท่อลมจะต้องประกอบด้วยชุด BELL MOUNT
- 4.5 ต้องมีสายและหัวอัดจาระบี (GREASE FITTING) ต่อก่อออกมาจากตลับลูกปืนไปยังตัวถังในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้ง่าย
- 4.6 พัดลมทุกชุดที่ต่อกับท่อลมต้องต่อด้วยหน้าแปลน (FLANGE) พร้อมทั้งติดตั้ง FLEXIBLE DUCT CONNECTION ไว้ในตำแหน่งใกล้พัดลมมากที่สุด

5. พัดลมแบบ PLENUM

- 5.1 พัดลมแบบ PLENUM ก็คือชุด AIR-HANDLING UNIT ที่ไม่มีคอยล์ พัดลมจะเป็นแบบ FORWARD-CURVED BLADE หรือ แบบ BACKWARD-CURVED BLAD ตามตารางอุปกรณ์ผู้ออกแบบหรือตามค่าความดันตกคร่อมที่ปรากฏพัดลมจะต้องได้รับการปรับสมดุลและตั้งศูนย์เป็นอย่างดีจากผู้ผลิต
- 5.2 โครงของพัดลมประกอบขึ้นอย่างแข็งแรงด้วยเหล็กฉากอบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ตัวถังพัดลมทำจากแผ่นเหล็กฉากอบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบผนึกอย่างดี มีความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- 5.3 ตัวถังจะต้องมี ACCESS DOOR ในตำแหน่งที่สะดวกสำหรับตรวจสอบและซ่อมบำรุง ถ้าขนาดของ ACCESS DOOR มีขนาดมากกว่า 600 มม. X 600 มม. จะต้องเป็นแบบมีบานพับ (HINGE TYPE ACCESS DOOR)
- 5.4 โครงของพัดลมประกอบขึ้นอย่างแข็งแรงด้วยเหล็กฉากอบสังกะสี มีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มม. ตัวถังพัดลมทำจากแผ่นเหล็กฉากอบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กที่ผ่านกระบวนการอบผนึกอย่างดี มีความหนาแผ่นเหล็กไม่น้อยกว่า 1.2 มม.
- 5.5 ตลับลูกปืนเป็นชนิด BALL BEARING หรือ ROLLER BEARING แบบ SELF ALIGNMENT มีอายุการใช้งานเฉลี่ยไม่น้อยกว่า L10 - 20,000 ชั่วโมง การอัดจาระบีสามารถทำได้โดยง่าย ตลับลูกปืนที่อยู่ภายในตัวพัดลม หรือมีท่อลมปิดมิดชิดต้องต่อท่ออัดจาระบีออกมายังจุดที่สามารถเข้าถึงได้สะดวก มี BEARING COVER และเป็นชนิดที่ทนความร้อนได้
- 5.6 ความเร็วลมที่ออกจากปากพัดลมต้องไม่เกิน 10 เมตรต่อวินาที (2,000 ฟุตต่อนาที)
- 5.7 มอเตอร์เป็นแบบ 400 โวลท์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต, TOTALLY ENCLOSED FAN-COOLED SQUIRREL CAGE INDUCTION MOTOR, IP54 AND INSULATION CLASS B ความเร็วรอบมอเตอร์ 1500 RPM.
- 5.8 ถ้าเป็นพัดลมแบบ BACKWARD CURVED BLADE หรือ AIR FOIL BLADE มอเตอร์จะต้องมี SERVICE FACTOR 1.15 ถ้าพัดลมเป็นแบบ FORWARD CURVED BLADE มอเตอร์จะต้องมี SERVICE FACTOR 1.2
- 5.9 พัดลมจะถูกขับโดยผ่านชุดสายพานและมู่เล่ย์ชนิดปรับรอบความเร็วสายพาน การปรับตั้งสายพานสามารถปรับตั้งได้โดยการเลื่อนพัดลมบนฐาน ผู้รับเหมาจะต้องเตรียมฝาครอบสายพานและฝาครอบปากพัดลมด้านดูด ถ้าด้านดูดมิได้มีการต่อท่อลม

6. CEILING CABINET FAN

- 6.1 ตัวถังพัดลมจะต้องออกแบบให้ทิศทางการไหลของอากาศเป็นแบบเข้าด้านหลัง และออกด้านหน้า (INLINE AIR FLOW) ตัวถังของชุดพัดลมทำมาจากแผ่นเหล็กชุบสังกะสี โดยบุด้านในด้วยฉนวนกันเสียงที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มม. (1/2 นิ้ว) ฉนวนกันเสียงจะต้องผ่านกรรมวิธีป้องกันการฉีกขาดของผิวหน้าด้านล่างของตัวถัง ชุดพัดลมจะต้องมีช่องเปิด

บริการ (ACCESS PANEL) ที่สามารถเปิดเข้าซ่อมพัดลม และมอเตอร์ได้จากด้านใต้ตัวถังพัดลม จะต้องมีการรับน้ำหนักที่สามารถหิ้วพัดลมเพื่อแขวนยึดกับเพดานด้านบนได้

6.2 ชุดพัดลมจะต้องประกอบด้วยตัวถังที่มีโครงสร้างแข็งแรง ตัวพัดลมและช่องเปิดบริการ (ACCESS PANEL) พัดลมจะต้องถูกออกแบบมาเฉพาะให้ใช้กับการติดตั้งในฝ้าเพดาน และได้รับการรับรองทั้งทางด้าน AIR PERFORMANCE และ SOUND PERFORMANCE จากมาตรฐาน AMCA

6.3 พัดลมเป็นชนิด FORWARD CURVE VCENTRIFUGAL FAN ชนิด DOUBLE INLET ถูกขับเคลื่อนโดยตรงด้วยมอเตอร์ไฟฟ้าที่เหมาะสมกับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์ 1 เฟส 50 เฮิร์ต หรือ 400 โวลต์ 3 เฟส 50 เฮิร์ต ตามที่ระบุในแบบหรือรายการอุปกรณ์ ทั้งชุดพัดลมและมอเตอร์ถูกออกแบบให้ติดตั้งไว้ด้านในของตัวถังที่ทางออกของพัดลม จะต้องมีการมีแดมเปอร์กันลมย้อนกลับ (BACK DRAFT DAMPER) ติดตั้งมาพร้อมกับพัดลมจากโรงงานผู้ผลิต

6.4 ในการติดตั้งจะต้องป้องกันการส่งผ่านแรงสั่นสะเทือนไปตามโครงสร้าง และ/หรือ ท่อลม โดยการแขวนยึดกับลูกยางกันสั่นสะเทือนตามมาตรฐาน และคำแนะนำของผู้ผลิต ทางด้านท่อลมถ้ามีการต่อกับพัดลมจะต้องมีผ้าใบ POLYESTER กันสั่นสะเทือนติดตั้งอยู่ด้วยเสมอ

7. การเสนออุปกรณ์เพื่อขออนุมัติ

ในการขออนุมัติอุปกรณ์ผู้รับจ้างต้องแนบเอกสารอย่างน้อยดังต่อไปนี้

7.1 ตารางเปรียบเทียบ PROJECT SPECIFICATION กับ SPECIFICATION ที่เสนอโดยใช้หน่วยในการเปรียบเทียบเดียวกับผู้ออกแบบ

7.2 ตารางเปรียบเทียบสรุปข้อมูลพัดลมที่เสนอกับที่ระบุในตารางอุปกรณ์เอกสารต่าง ๆ รวมถึง CATALOG ให้เน้น (HIGHLIGHT) รุ่นและรายละเอียดทางเทคนิคที่เลือกใช้กับโครงการ

7.3 FAN PERFORMANCE CURVES โดยระบุจุดทำงานของพัดลมตามที่กำหนดในตารางอุปกรณ์ จุดทำงานของพัดลมต้องอยู่ในช่วง STABLE

7.4 FAN SOUND-POWER RATING ในแต่ละย่านความถี่ทั้ง 8 ย่านมา รวมทั้ง dBA ที่ระยะ 1.0 เมตร

7.5 ข้อมูลความต้องการด้านไฟฟ้า รวมถึงขนาดมอเตอร์ที่ใช้

7.6 พัดลม JET FAN ที่เลือกในงานโครงการ ต้องมีรายการคำนวณ Simulation เพื่อตรวจสอบ จำนวนอุปกรณ์ ตำแหน่งทิศทางการวาง อุณหภูมิ ความเร็วในพื้นที่ใช้งาน และทิศทางการหมุนเวียนของลมภายในพื้นที่ใช้งาน เพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา

หมวดที่ 3 ระบบส่งลมและอุปกรณ์

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ท่อลมและกล่องลมซึ่งเป็นส่วนหนึ่งของระบบปรับอากาศและระบายอากาศ ต้องได้รับการออกแบบและติดตั้งตามข้อกำหนดใน มาตรฐานท่อส่งลมในระบบปรับอากาศ ของสมาคมวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย
- 1.2 ท่อลมทำด้วยเหล็กแผ่นอบสังกะสี ความหนาของแผ่นเหล็ก วิธีการพับ การหักเลี้ยว ข้อต่อ ทางแยก การเสริมท่อลม และการเชื่อมต่อด้วยหน้าแปลน (flange) ยึดด้วยน็อตและสกรู แผ่นยางกันลมรั่ว การทดสอบการรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ASHRAE และ SMACNA
- 1.3 การประกอบท่อลมจะต้องประกอบจากโรงงาน การทำท่อลมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทย ในพระบรมราชูปถัมภ์ ASHRAE และ SMACNA
- 1.4 ให้ทำความสะอาดภายในท่อลมให้ปราศจากฝุ่นผงก่อนติดตั้ง
- 1.5 ทั้งท่อลมจ่ายและท่อลมกลับ ต้องมีฉนวนหุ้มความหนาเพียงพอที่ไม่ให้เกิดการควบแน่นของอากาศเป็นหยดน้ำรอบท่อลม
- 1.6 อุปกรณ์ที่ใช้ในงานท่อลม และการกระจายลมต้องไม่ติดไฟ และลามไฟ ท่อลมที่ผ่านพื้น หรือผนังกันไฟต้องติดตั้ง fire damper เพื่อป้องกันไฟลามผ่าน
- 1.7 หน้ากากลม diffuser, register, extractor และ grille อาจเป็น anodized extrude aluminum และเหล็กกันสนิมพร้อมการทำสี ยกเว้นแต่จะได้ระบุไว้วัสดุอย่างอื่น หน้ากากลมต้องประกอบเรียบร้อยมาจากโรงงานผู้ผลิต และติดตั้งกับโครงสร้างหรือวัสดุที่ไม่ติดไฟหรือลามไฟ
- 1.8 ความหนาของแผ่นสังกะสี (U.S. GAGE) ที่ใช้ประกอบท่อลมขนาดต่างๆ รวมถึงวิธีการประกอบและการติดตั้งให้เป็นตามที่ระบุไว้ในแบบและรายละเอียดการติดตั้ง (TYPICAL DETAILS) และรายละเอียดส่วนใดที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือในรายละเอียดจะต้องเป็นไปตามมาตรฐานของ SMACNA และหรือ ASHRAE ผู้รับจ้างสามารถใช้ค่าความหนาได้ตามตารางดังต่อไปนี้

GAGE NO. มิลลิเมตรมวลเฉลี่ยของสังกะสี	ความหนาของแผ่นเหล็กอบสังกะสี (NOMINAL THICKNESS) ที่เคลือบอย่างน้อย	กรัมต่อตารางเมตร
12	2.75	275
14	1.95	275
16	1.60	275
18	1.40	275
20	1.10	275
22	0.85	220
24	0.70	220
26	0.55	220
28	0.50	220
30	0.40	220

1.9 ข้อต่อต้องเป็นแบบ LONG RADIUS 90° ELBOW และมีรัศมีความโค้งของท่อด้านในไม่น้อยกว่า 1 เท่าของความกว้างท่อลม ถ้าไม่สามารถทำได้เนื่องจากสถานที่ติดตั้งจำกัด ให้ใช้ข้อต่อหักฉาก (SQUARE ELBOW) และมีใบนำร่อง (TURNING VANE) ติดตั้งอยู่ด้วย สำหรับข้อต่อของท่อลมกลม (ROUND DUCT) อาจใช้ ท่อลมกลมอ่อน (FLEXIBLE ROUND DUCT) ขนาดเดียวกันแทนได้

1.10 แผ่นโลหะ (sheet metal) ท่อลมต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี หรือแผ่นเหล็กกล้าไร้สนิม หรือแผ่นอลูมิเนียมเท่านั้น ความหนาของแผ่นโลหะ น้ำหนักของสังกะสีที่ใช้ชุบ ขนาด และระยะห่างของเหล็กเสริมความแข็งแรงของท่อลมต้องเป็นไปตามมาตรฐานของวิศวกรรมปรับอากาศแห่งประเทศไทยในพระบรมราชูปถัมภ์ ASHRAE และ SMACNA การเสริมความแข็งแรงเป็นพิเศษอาจจำเป็นขึ้นอยู่กับลักษณะการแขวนและรองรับท่อลม

1.11 รอยต่อท่อลม (JOINT) รอยต่อและตะเข็บท่อลมทุกตอนต้องแน่นและยาแนวด้วย ซิลิโคน หรือน้ำยากันรั่วชนิดไม่ติดไฟ (NONFLAMMABLE ACRYLIC DUCT SEALANT) เพื่อไม่ให้ลมภายในท่อรั่วออกมาได้ โดยสังเกตได้จากบริเวณรอยต่อ หรือคอท่อลมที่ยึดติดกับหน้ากากลม GRILLE, REGISTER หรือ DIFFUSER จะไม่ปรากฏรอยเปื้อนของฝุ่นให้เห็น หรือการเกิดหยดน้ำ ส่วนของแผ่นโลหะที่ทับซ้อนกัน (OVERLAP) ตรงรอยต่อต้องพับได้ด้านเดียวกับทิศทางไหลของลมในท่อ

1.12 การเปลี่ยนขนาดของท่อลม ต้องลดจากด้านข้างเรียวยาวเข้าไป หรือมีความลาดเอียงอย่างสม่ำเสมอเพื่อเลี่ยงของท่อลม (DUCT BEND) ต้องมีรัศมีความโค้ง $\geq 3/4$ เท่าของความกว้างท่อลม

1.13 แผ่นปรับปริมาณลม (SPLITTER DAMPER) ต้องติดตั้งที่ทุกท่อลมแยกที่ (BRANCH TAKE-OFF) ใบปรับปริมาณลมให้ทำด้วยแผ่นโลหะ ซึ่งหนากว่าขนาดที่ใช้ทำท่อลมช่วงนั้น ๆ หนึ่งขนาดและยาวอย่างน้อย 1.5 เท่าของความกว้างของช่องทางแยก (BRANCH THROAT) ปลายด้านหนึ่งติดบานพับเป็นจุดหมุนยึดกับท่อทำให้สามารถเลื่อนใบปรับปริมาณลมไปมาได้โดยไม่หลุด หรือมีเสียงดัง ก้านชักเป็นแกนโลหะอาบสังกะสียื่นพ้นด้านข้างของท่อลมออกมา ภายหลังจากที่ได้แบ่งปรับลมเรียบร้อยแล้วต้องยึดก้านนี้ให้แน่นกับตัวท่อด้วยสลักเกลียวที่ล็อกด้วยหมุด (LOCK SCREW และ LOCKING PIN) ซึ่งอยู่ด้านนอกของแผ่นฉนวนกันมีให้เลื่อนกลับเข้าไปในท่อได้อีก

1.14 ใบปรับปริมาณที่ท่อลม (VOLUME DAMPER) เป็นแบบใบเดี่ยวประกอบเป็นชุด วัสดุทำด้วยโลหะแผ่นชนิดเดียวกับที่ใช้ท่อลมปลายของใบ หรืออลูมิเนียม แต่ละใบต้องพับงอขึ้นเพื่อเพิ่มความแข็งแรง

1.15 ช่องเปิด (ACCESS DOOR) ติดตั้งที่จำเป็นต้องเข้าไปบำรุงรักษาเครื่องมีวาระบบควบคุม หรือชุดท่อทำความเย็นเป็นประจำ ตัวประตูทำด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสียึดติดกับตัวท่อลมทางด้านหนึ่งด้วยบานพับทองเหลืองหรือโลหะที่ไม่เป็นสนิม ส่วนอีกด้านเป็นกลอนสองตัวทำด้วยทองเหลืองหรือโลหะที่ไม่เป็นสนิมเช่นกัน บานประตูต้องหุ้มด้วยฉนวนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลมหรือตัวถัง (CASING) ขอบประตูโดยรอบต้องกรุด้วยแผ่นปะเก็น NEOPRENE ยาวตลอดเพื่อกันมิให้ลมรั่วได้ การติดตั้งต้องมีขนาดใหญ่ที่สุดเท่าที่สามารถทำได้

1.16 ที่รองรับท่อลม (DUCT SUPPORT) การรองรับท่อลมที่ติดตั้งตามแนวนอนควรมีระยะห่างไม่เกินช่วงละ 1.50-2.50 เมตร ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับขนาดและน้ำหนักของท่อลม ท่อกิ่งที่เลี้ยวแยกออกมาต้องรองรับห่างจากจุดแยก 0.60 เมตร สำหรับท่อลมที่ติดตั้งตามแนวตั้งต้องรองรับในลักษณะที่ให้น้ำหนักท่อกระจายไปทั่วทุกส่วนอย่างสม่ำเสมอ ที่รองรับท่อให้ทาสีกันสนิม

1.17 ท่อลมแบบยืดหยุ่น (FLEXIBLE DUCT CONNECTOR) สำหรับปลายท่อลมส่วนที่จะต่อเข้ากับพัดลม หรืออุปกรณ์อื่น ๆ ที่มีการสั่นสะเทือนจะต้องใช้ท่อลมแบบยืดหยุ่น (FLEXIBLE DUCT CONNECTOR) ที่ทำด้วยวัสดุไม่ติดไฟ ความกว้างตามความเหมาะสม ติดตั้งระหว่างปลายท่อลมและพัดลมหรืออุปกรณ์อื่น ๆ

- 1.18 ช่องสำหรับสอดเครื่องมือวัด (INSTRUMENT INSERT HOLE) ท่อลม หรือกล่องท่อลม (PLENUM) ที่ติดตั้งเครื่องมือวัดอย่างอื่นไว้เพื่อให้ทราบการไหลของอากาศ และการสมดุลระบบกระจายลม ให้ทำช่องขนาดพอเหมาะไว้ตามแต่จะกำหนดหรือความจำเป็น ช่องดังกล่าวต้องปิดด้วยฉนวน และทำเครื่องหมายไว้ให้เห็นได้เด่นชัด
- 1.19 ท่อลอดสำหรับท่อลม (DUCT SLEEVE) ท่อลมที่ติดตั้งผ่านพื้น เพดาน ผนัง หรือหลังคาให้ใช้เหล็กแผ่นอาบสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 20 USSG เป็นท่อลอดสำหรับท่อลม ขนาดท่อลอดสำหรับท่อลมให้ใหญ่กว่าขนาดท่อที่หุ้มฉนวนแล้ว 25 มิลลิเมตร โดยรอบเมื่อติดตั้งท่อลมผ่านเสร็จแล้วให้ปิดด้วยแผ่นโลหะ (FLASHING) ปิดช่องว่างที่เหลือ และอุดด้วยวัสดุป้องกันไฟลามให้เล็ดลุ่ยเรียบร้อย
- 1.20 หน้ากากลม (DIFFUSER) หน้ากากลมจะมีรูปร่างเป็นสี่เหลี่ยมจัตุรัส สี่เหลี่ยมผืนผ้า หรือแบบ SLOT ยาว ซึ่งการกระจายลมเป็นแบบแน่นอนตายตัว (FIXED) หรือแบบปรับได้ (ADJUSTABLE) ตามแต่จะกำหนดไว้ปากทางเข้า (NECK AREA) ของหน้ากากลมจะต้องมีช่องเพียงพอสำหรับติดตั้งใบปรับลม (VOLUME DAMPER) สำหรับปรับปริมาณลมเข้าไว้ภายในท่อได้ ท่อลมควรยาวเลยหน้ากากลมไปอีกเล็กน้อยและจะต้องมีวิธีการยึดและป้องกันการรั่วระหว่างคอหน้ากากลมและท่อลม
- 1.21 หน้ากากลมแบบติดผนัง (WALL REGISTER) หน้ากากลมแบบติดตั้งผนังให้เป็นแบบปล่อยลมออกที่ทิศทาง (DOUBLE DEFLECTION) มีก้านโยกเปิดปิดใบปรับลม (VOLUME DAMPER) ได้จากด้านหน้าโดยตรงต่อแยก (TAKE-OFF) อาจต้องติด AIR EXTRACTOR เพื่อช่วยให้ลมเย็นออกได้เต็มปริมาณที่ระบุไว้ เกล็ดกระจายลมทางด้านหน้าจะเป็นแนวนอนหรือตั้งขึ้นอยู่กับ SPACE และ DROP ที่ต้องการปีกหัวจ่ายที่ติดกับกำแพง หรือตัวถังเครื่อง (CASING) ต้องมีปะเก็นชนิดไม่ติดไฟหรือลามไฟและยาน้ำมันกันรั่วโดยรอบมิให้ลมรั่วได้
- 1.22 หน้ากากลม (GRILLE) มีลักษณะช่องทางออกของลมเป็นแบบ DOUBLE DEFLECTION เช่นเดียวกับหน้ากากลมแบบติดผนัง นิยมใช้กับระบบระบายอากาศและลมกลับ
- 1.23 หน้ากากลมแบบปรับไม่ได้ (AIR LOUVER) ช่องทางออกต้องทำด้วยเกล็ดติดตายชนิดใบเดียว (SINGLE DEFLECTION) ความเอียงของใบเกล็ดต้องมากพอที่น้ำฝนจากภายนอกไม่สามารถสาดเข้ามาได้ มีตะแกรงกันแมลง และใบปรับลม (VOLUME DAMPER) ติดอยู่ด้านหลังตัวเกล็ด หรือภายในท่อลมที่สามารถเข้าไปปรับปริมาณลม หรือถอดแผ่นตะแกรงลงมาล้างทำความสะอาดได้โดยง่าย
- 1.24 หน้ากากลมเชื่อมถ่าย (TRANSFER GRILLE) ช่องทางออกของหน้ากากลมเชื่อมถ่าย ต้องติดตั้งที่ทั้งสองข้างของผนังข้างละหนึ่งชุด เพื่อถ่ายเทลมจากห้องหนึ่งไปยังอีกห้องหนึ่ง
- 1.25 ท่อลมงานระบบปรับอากาศทุกประเภทที่ปรากฏแก่สายตาผู้ใช้งาน รวมทั้งที่ติดตั้งภายในฝ้าที่สามารถเห็นได้ด้วยสายตาให้ทาสีปิดทับให้เรียบร้อยโดยสีที่เลือกใช้ให้เป็นประเภทเดียวกับที่มณฑนาकरण
- 1.26 ท่อลมแบบยืดหยุ่น (FLEXIBLE DUCT) ท่อลมแบบยืดหยุ่นไม่อนุญาตให้ใช้กับงานดังต่อไปนี้
- 1.26.1 ท่อลมในแนวตั้งที่มีความสูงของชั้นมากกว่าสองชั้น
- 1.26.2 อากาศที่มีอุณหภูมิสูงเกิน 121 องศาเซลเซียส (250 F)
- 1.26.3 การส่งลม หรือการระบายอากาศจะที่มีความยาวเกิน 4.0 เมตร (14 ฟุต)
- 1.26.4 ไม่อนุญาตให้ใช้เป็นท่อส่งลมหลัก ไม่อนุญาตให้ติดตั้งผ่านผนังกันไฟ พื้นผิวและโครงสร้าง ไม่อนุญาตให้ฝังดิน หรือฝังในผนังคอนกรีต ไม่ให้ใช้กับเครื่องดูดควัน เครื่องอบผ้า เว้นแต่ผู้ผลิตผลิตภัณฑ์ดังกล่าวแนะนำ
- 1.26.5 ท่อลมแบบยืดหยุ่นประกอบด้วย MULTI-LAYERED LAMINATED ALUMINUM POLYESTER เสริมโครงด้วยลวดสปริงชุบโลหะกันสนิม วัสดุที่ใช้ทั้งหมดต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 90A CLASS1 หรือตามมาตรฐาน UL181 โดยที่ FLAME SPREAD RATING ไม่เกิน 25 และ SMOKE DEVELOPED RATING ไม่เกิน 50

2. DUCT CLASSIFICATION

2.1 ท่อลมความดันต่ำ (LOW PRESSURE DUCT) โครงสร้างจากการประกอบท่อลมความดันต่ำจะใช้งานที่ความดันไม่เกิน 500 Pa (2 in.wg)

2.2 ท่อลมความดันปานกลาง (MEDIUM PRESSURE DUCT) โครงสร้างจากการประกอบท่อลมความดันปานกลางจะใช้งานที่ช่วงความดันระหว่าง 500 Pa ถึง 1,000 Pa (2 in.wg ถึง 4 in.wg) อัตราลมรั่วไม่เกิน 0.28 CMM (10 CFM) ต่อความยาวท่อลม 30 m (100 ft) ที่ความดันทดสอบ 1,000 Pa (4 in.wg)

3. ประเภทของท่อลม

ท่อลมแบ่งตามลักษณะการประกอบและลักษณะการใช้งานได้ 7 ประเภทดังนี้

3.1 ท่อลมชนิดเหลี่ยม (RECTANGULAR DUCT)

3.1.1 ท่อลมรูปสี่เหลี่ยม รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย ZINC CHROMATE และทาสีทาภายนอก

3.1.2 ท่อลมสี่เหลี่ยมที่มีด้านใหญ่สุดเกินกว่า 300 mm (12 in) จะต้องทำรอยพับทแยงมุม (CROSS-BREAK)

3.1.3 ทางแยกของท่อลม (BRANCH DUCT) จากท่อลมหลักทุกจุดจะต้องติดตั้ง SPLITTER DAMPER

3.1.4 กรณีที่ไม่สามารถติดตั้งตามข้อ 3.1.3 ได้ ให้ติดตั้ง OPPOSED BLADE VOLUME DAMPER ที่จุดแยกท่อ

3.2 ท่อลมชนิด PID (PRE-INSULATION DUCT)

3.2.1 ท่อลมรูปสี่เหลี่ยมชนิด PID วัสดุที่เป็นฉนวนต้องไม่มีสารประกอบ CFC และ ไมโครไฟเบอร์ โดยวัสดุที่ทำฉนวนต้องเป็นชนิด โพลีไอโซไซยานูเรต โฟม (POLYISOCYANURATE FOAM) หรือฟีนอลิกโฟมชนิดแข็ง (Rigid Phenolic) ที่ปราศจากสาร CFC หรือ HCFC ไม่เป็นเทอร์โมพลาสติก หรือเกิดไฟเมื่อถูกความร้อน

ก. มีความหนาไม่น้อยกว่า 20 mm

ข. มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 kg/m³

ค. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.026 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 25 °C (77 °F)

3.2.2 การประกอบท่อลมสามารถทำได้ทั้งที่หน้างาน หรือจากโรงงาน โดยผู้ติดตั้งต้องได้รับการฝึกอบรมจากโรงงานผู้ผลิต หรือตัวแทนจำหน่ายที่ได้รับการรับรอง โดยให้อ้างอิงกับมาตรฐานท่อลม SMACNA ในการทำข้อลด ข้อโค้ง สามทาง และอื่นๆ สำหรับการเชื่อมต่อและการเสริมความแข็งแรงให้ทำตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.2.3 วัสดุท่อลม ต้องผ่านการทดสอบ และต้องมีใบรับรองตามมาตรฐาน ดังนี้

ก. มาตรฐาน BS476 : Part 6 และมาตรฐาน BS476 : Part 7 “ Rating Class 0 ”

ข. UL 94v : Class V-0

ค. NES 713 (Smoke Toxicity) Average Index < 4.00

ง. อุปกรณ์ประกอบ ชนิดที่ทำจาก PVC ต้องผ่านมาตรฐาน UL 94v : “ Class V-0 ”

หมายเหตุ การเลือกใช้ท่อลมชนิด PID (PRE-INSULATION DUCT) สามารถเลือกใช้ได้เมื่อผู้ออกแบบกำหนดให้ใช้งานในแบบ หากมิได้กำหนดให้ใช้งานในแบบ ให้ผู้รับจ้างใช้ท่อลมชนิดแผ่นเหล็กชุบสังกะสีเพื่อการทำงานหรือคิดราคา

3.3 ท่อลมชนิดกลมและชนิดวงรี (ROUND AND OVAL DUCT)

3.3.1 ท่อลมรูปวงกลม หรือวงรี รอยตัดรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย ZINC CHROMATE และทาด้วยสีทาภายนอก

3.3.2 จะต้องประกอบเป็นท่อลมกลมสำเร็จรูปมาจากโรงงาน (FACTORY FABRICATION) รอยต่อระหว่างท่อลมแต่ละท่อนจะต้องเก็บงานให้เรียบร้อยโดยให้แนวตะเข็บของท่อลมมีความต่อเนื่องกัน

3.3.3 ท่อลมกลมหรือท่อวงรีสามารถเลือกใช้ได้มี 2 ประเภทแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ

ก. ท่อลมที่มีตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM)

ข. ท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (SPIRAL SEAM)

หมายเหตุการเลือกใช้ที่ไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือรายละเอียดให้ถือว่าเป็นท่อลมที่มีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว

3.3.4 รอยต่อท่อลมระหว่างท่อลมอ่อนชนิดกลมกับท่อลมชนิดกลมจะต้องทำการติดตั้งตามที่แสดงในแบบรายละเอียดหรือใช้อุปกรณ์ข้อต่อท่อลมที่ผลิตขึ้นสำหรับใช้ต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมโดยเฉพาะจากผู้ผลิตท่อลมอ่อนชนิดกลมและติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

3.4 ท่อลมอ่อนชนิดกลม (FLEXIBLE ROUND DUCT)

3.4.1 ท่อลมอ่อนชนิดกลมจะต้องประกอบสำเร็จรูปมาจากโรงงาน โดยประกอบขึ้นจากแผ่นอลูมิเนียมพอยล์ชนิดที่ไม่ติดไฟ และสามารถคงรูปอยู่ได้โดยมีโครงลวดสปริงที่เคลือบด้วยสารกันสนิม

3.4.2 ท่อลมอ่อนชนิดกลมต้องมีความยาวไม่น้อยกว่า 1.5 เมตรและไม่มากกว่า 4 เมตร เพื่อความง่ายต่อการโยกย้ายหน้างาน

3.4.3 การต่อท่อลมอ่อนชนิดกลมเข้ากับหน้ากากลมเย็นต้องทำ PLENUM BOX ขนาดความสูง 30 เซนติเมตร ทำจากสังกะสีความหนา # 22

ลักษณะท่อลมอ่อนที่ใช้งานต้องมีคุณสมบัติต่อไปนี้

- มีความหนาต่อหนึ่งแผ่นไม่น้อยกว่า 17 μm จำนวน 2 แผ่น ประกอบติดกันโดยมีโพลีเอสเตอร์ชั้นอยู่ตรงกลางและใช้กาบเป็นตัวประสาน มีความหนารวมกันไม่น้อยกว่า 68 μm
- ทนความดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 750 Pa (3 in.wg)
- อุณหภูมิใช้งานอยู่ในช่วง 0 – 120 °C (0 – 240 °F)

3.5 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก HOOD ของห้องครัว (KITCHEN EXHAUST DUCT)

3.5.1 ท่อลมโดยทั่วไปมีรูปร่างและแนวทางการวางท่อเป็นไปตามแบบและรายละเอียด

3.5.2 ท่อลมประกอบขึ้นรูปจากแผ่นเหล็กดำมีความหนาอย่างน้อย 1.40 mm รอยต่อตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM) ให้ใช้วิธีเชื่อมเท่านั้น สำหรับรอยต่อของท่อลมแต่ละท่อนให้ใช้การต่อแบบหน้าแปลน (FLANGE CONNECTION) และต้องทำการอุดรอยต่อให้ทั่วถึงเพื่อไม่ให้อากาศเกิดการรั่วซึมเข้าหรือรั่วซึมออก ท่อลมที่ใช้สำหรับ KITCHEN HOOD EXHAUST ทั้งหมดให้เคลือบหรือหุ้มผิวท่อลมด้วยวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน ASTM E119 และ/หรือ BS 476 PART 24 ในการทนไฟได้ไม่ต่ำกว่า 3 ชั่วโมง สำหรับการคงรูป (STABILITY) และการไม่รั่ว (INTEGRITY) ในกรณีเมื่อเกิดการลุกไหม้ทั้ง 2 ลักษณะคือภายในท่อและภายนอกท่อ ทั้งนี้ในส่วนการติดตั้งและอุปกรณ์

ประกอบอาทิอุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ ปะเก็น และวัสดุอุดรอยรั่วให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตทั้งหากผู้รับจ้างสามารถใช้สังกะสีความหนาเทียบเท่าแผ่นเหล็กดำได้โดยผู้รับจ้างต้องมีความปราณีตในการต่อระบบท่อลมไม่ให้มีรอยรั่ว หากมีรอยรั่วเกิดขึ้นให้อธิบายในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

3.5.3 การวางแผนท่อลมให้มีความลาดเอียงและให้ติดตั้งท่อ DRAIN ไขมันทิ้งโดยท่อ DRAIN ใช้วัสดุท่อเหล็กชุบสังกะสีขนาด 50 mm และให้มี BALL VALVE ขนาดเท่ากับท่อติดตั้งอยู่ด้วยเพื่อเปิดและปิด

3.5.4 ห้ามเชื่อมต่อท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก KITCHEN HOOD EXHAUST ของห้องครัวเข้ากับท่อระบายอากาศอื่น ๆ

3.5.5 ปลายท่อดูดควันให้ติดตั้ง Wire Mesh ขนาด 1 x 1 นิ้วทำด้วย สเตนเลสยึดติดกับปลายท่อดูดควัน

3.5.6 ต้องมีช่องเปิดบริการเพื่อทำความสะอาดอย่างน้อย 1 จุด ขนาดไม่น้อยกว่า 0.50x0.5 เมตร ช่องเปิดบริการทำการวัสดุเดียวกับท่อลมโดยมีประเก็นทนไฟ 815 C ยึดติดด้วยน็อตสกรู

3.5.7 ผนังหุ้มช่องเปิดล้อมรอบท่อแนวดิ่งจะต้องมีอัตราทนไฟไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมงรวมไปถึงประตูของช่องเปิดบริการ

3.6 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจากพื้นที่ที่มีความกัดกร่อน (CORROSION EXHAUST DUCT)

3.6.1 ท่อลม รอยต่อรอยพับที่ทำให้สังกะสีที่อาบไว้แตกหลุดจะต้องทาด้วย ZINC CHROMATE และทาด้วยสีทาภายนอก

3.6.2 ถ้าท่อลมที่ใช้เป็นท่อลมกลมหรือท่อวงรีสามารถเลือกใช้ท่อลมกลมได้ 2 ประเภทโดยแบ่งตามลักษณะของตะเข็บท่อลมคือ ท่อลมมีตะเข็บตามแนวยาว (LONGITUDINAL SEAM) และท่อลมมีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (SPIRAL SEAM) การเลือกวิธีการประกอบตะเข็บให้เป็นลักษณะใดจะระบุไว้ในแบบ หากไม่ได้ระบุไว้ในแบบหรือเอกสารประกอบแบบ (TYPICAL DETAILS) ให้ถือว่าเป็นท่อลมมีตะเข็บเป็นรูปขดเกลียว (SPIRAL SEAM)

3.6.3 ท่อลมที่ถูกจัดอยู่ในประเภทนี้ให้ทาด้วยสีตามที่ระบุไว้ในหมวด "ผิววัสดุที่อยู่ในบริเวณที่มีการผุกร่อนสูง" โดยให้ทาสีทั้งผิวด้านนอกและผิวด้านใน

3.7 ท่อลมทนไฟ (FIRE RATED DUCT)

ท่อลมทนไฟหมายถึงท่อลมที่ไม่มีการติดตั้ง FIRE DAMPER ซึ่งท่อลมดังกล่าวทำงานในขณะเกิดเพลิงไหม้หรือมีความเสี่ยงต่อการเกิดเพลิงไหม้อยู่ตลอดเวลาจึงจำเป็นต้องสามารถทนไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง (120 นาที) ทั้งหมดโดยท่อลมในระบบควบคุมควันไฟและระบบอัดอากาศของอาคาร ซึ่งได้แก่

- ระบบระบายควัน (SMOKE EXHAUST SYSTEM)
- ระบบอัดอากาศ (PRESSURIZATION SYSTEM) ในกรณีเกิดเพลิงไหม้
- ระบบท่อลมระบายควันครัว (KITCHEN EXHAUST)
- ระบบท่อลมงานระบบปรับอากาศที่ใช้ร่วมกับระบบระบายควัน (COMBINATION DUCT SYSTEM)

3.7.1 ท่อลมทนไฟประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหรือแผ่นเหล็กดำทาสีกันสนิมมีความหนาไม่ต่ำกว่า 0.6 MM ยกเว้นท่อลมระบายควันครัวและเป็นไปตามมาตรฐานของท่อส่งลม

3.7.2 ให้ทำการป้องกันผิวท่อด้วยวัสดุทนไฟที่ทำให้ท่อสามารถทนไฟได้เป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง ตามมาตรฐาน BS476 PART 24 หรือ ISO 6944 หรือ EN 1366 สำหรับการคงรูป (STABILITY) และการไม่ร้าว (INTEGRITY) , ISO6944 และ ASTM E-2816 สำหรับงานท่อลมระบบปรับอากาศ หรือ ASTM E-2336 สำหรับงานท่อลมระบายอากาศครัว

3.7.3 การหุ้มฉนวนระบบท่อลมทนไฟสามารถหุ้มได้ด้วยวัสดุดังนี้

3.7.4.1 หุ้มด้วยฉนวนใยหิน (ROCK WOOL INSULATION) ความหนาแน่นไม่ต่ำกว่า 60 KG/M3 ความหนา 50 MM

3.7.4.2 หุ้มด้วยฉนวนใยแก้วชนิดทนอุณหภูมิสูง (HIGH TEMPERATURE GLASS WOOL INSULATION) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 KG/M3 ความหนา 50 MM ปิดทับด้วย ALUMINUM FOIL ชนิดไม่ติดไฟสำหรับป้องกันการแผ่ความร้อน (INSULATION)ทนไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง

3.7.4.3 หุ้มด้วยฉนวนชนิด แคลเซียม-แมกนีเซียม ซิลิเกต (CALCIUM MAGNESIUM SILICATE INSULATION) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 96 KG/M3 ความหนาไม่น้อยกว่า 38 MMค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.05 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200 °C (0.3881 Btu·in/hr·ft²·°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 400 °F)

หมายเหตุ ไม่อนุญาตให้หุ้มฉนวนท่อลมทนไฟชนิดวัสดุต่างกันภายในการหุ้มท่อแนวเดียวกันเพื่อให้ระบบคงทน

4. ข้อกำหนดของวัสดุกันไฟท่อลม

4.1 วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องเป็นวัสดุทนไฟที่ผ่านการทดสอบตามมาตรฐาน BS 476 PART 24 สำหรับการคงรูป (STABILITY) และการไม่ร้าว (INTEGRITY), ISO6944 และ ASTM E-2816 สำหรับงานท่อลมระบบปรับอากาศ หรือ ASTM E-2336 สำหรับงานท่อลมระบายอากาศครัว ของท่อลมเป็นเวลาอย่างน้อย 2 ชั่วโมง สำหรับการติดตั้งและอุปกรณ์ประกอบ เช่น อุปกรณ์แขวนและรองรับท่อ ปะเก็นและวัสดุอุดรอยรั่ว ให้เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.2 วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องได้รับการทดสอบแรงกระแทกตามมาตรฐาน BS5669 และ APPENDIX A ของ BS5588 PART 5

4.3 วัสดุป้องกันผิวท่อลมต้องผ่านมาตรฐานการทดสอบแรงฉีดของน้ำ (HOSE STREAM TEST) ตามมาตรฐาน ASTM E119 ที่แรงดันน้ำ 270 kPa (30 psi) เป็นเวลา 2 นาที 30 วินาที

4.4 การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟอุปกรณ์แขวนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อและเหล็กแขวนท่อต้องคำนวณโดยพิจารณาการรับแรงดึงที่ลดลงของเหล็กที่ลดลงจาก 430 N/mm² เป็นเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับรายการอุปกรณ์แขวนท่อให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ

4.5 ปะเก็น (GASKET) และวัสดุอุดรอยรั่ว (SEALANT) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (NON-COMBUSTIBLE) และให้ติดตั้งตามมาตรฐานผู้ผลิต

4.6 ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลมควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่งช่องเปิดของฝ้าเพดาน

5. ฉนวนหุ้มท่อลม (DUCT INSULATION)

5.1 วัสดุของฉนวนหุ้มท่อลม

5.1.1 ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มภายนอกท่อลมเย็นทั่วไปให้มีคุณสมบัติดังนี้

ก. มีความหนาไม่น้อยกว่า 25 mm (1 in)

- ข. มีความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m³ (2.0 lb/ft³)
- ค. ไม่ติดไฟ
- ง. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu·in/hr·ft²·°F)
- จ. อุณหภูมิใช้งานเฉลี่ย 32 °C (90 °F)

5.1.2 ฉนวนใยแก้วสำหรับหุ้มท่อลมอ่อนชนิดกลมให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ก. ความหนาไม่น้อยกว่า 25 mm (1 in)
- ข. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m³ (2.0 lb/ft³)
- ค. ไม่ติดไฟ
- ง. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu·in/hr·ft²·°F)
- จ. ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 32 °C (90 °F)

ฉนวนใยแก้วจะต้องยึดติดอยู่กับ ALUMINUM FOIL โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว) สำหรับ ALUMINUM FOIL จะต้องประกอบด้วย แผ่นฟอยล์ด้านนอก กระดาษทราย เส้นใยแก้วเสริมแรง (MESH REINFORCEMENT) และแผ่นฟอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึดติดกันอย่างเหนียวแน่นตามมาตรฐานของแต่ละผู้ผลิต เมื่อ ALUMINUM FOIL ผลิตเสร็จเรียบร้อยแล้วจะต้องมีคุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524

5.1.3 ฉนวนยางสังเคราะห์ที่มีเซลล์ปิด (CLOSED CELL ELASTOMERIC INSULATION) ให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ก. มีความหนาไม่น้อยกว่า 9 mm หรือ 12 mm หรือ 25 mm หรือ 75 mm (3/8 in หรือ 1/2 in หรือ 1 in) ตามที่ระบุในแบบ
- ข. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 48 kg/m³ (3 lb/ft³)
- ค. ไม่ลามไฟ
- ง. มีค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.038 W/m·K (0.27 Btu·in/hr·ft²·°F)
- จ. ที่อุณหภูมิใช้งานเฉลี่ย 32 °C (90 °F)
- ฉ. ฉนวนยางสังเคราะห์ประเภทนี้สามารถหุ้มได้ทั้งภายนอกและภายในท่อตามที่ระบุในแบบ

5.1.4 ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว แผ่นใยแก้วชนิด HIGH-TEMPERATURE ให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ก. ความหนาไม่น้อยกว่า 75 mm (3 in)
- ข. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 32 kg/m³ (2 lb/ft³)
- ค. ไม่ติดไฟ
- ง. ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.080 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200 °C (0.55 Btu·in/hr·ft²·°F) ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 390 °F)

5.1.5 ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว แบบแผ่น CALCIUM SILICATE ให้มีคุณสมบัติดังนี้

- ความหนาไม่น้อยกว่า 40 mm (1 1/2 in)
- ก. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 200 kg/m³ (12.5 lb/ft³)
- ข. ไม่ติดไฟ

ค. ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.070 W/m·K (10.48 Btu·in/hr·ft²·°F)

5.1.6 ฉนวนหุ้มท่อระบายควันจากครัว แบบแผ่น Calcium Magnesium Silicate based product ให้มีคุณสมบัติดังนี้ ต้องเป็นชนิดไม่ติดไฟ และ ไม่ลามไฟ (Noncombustibility) จำพวก แคลเซียม แมกนีเซียม ซิลิเกต (Calcium Magnesium Silicate based product) ซึ่งบรรจุในถุง Aluminium Foil (Completely encapsulated in scrim-reinforced aluminium foil) ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 96 kg/m³ ความหนาไม่น้อยกว่า 38 mm สำหรับ ADS/HVAC ตามมาตรฐาน ASTM E-2816 หรือ 76 mm สำหรับ Kitchen Exhaust pipe มาตรฐานตาม ASTM E-2336

ก. ความหนาแน่นไม่น้อยกว่า 96 kg/m³ (6 lb/ft³)

ข. ไม่ติดไฟ

ค. ค่าสัมประสิทธิ์การนำความร้อนไม่เกิน 0.05 W/m·K ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 200 °C (0.3881 Btu·in/hr·ft²·°F ที่อุณหภูมิเฉลี่ย 400 °F)

หมายเหตุ : ฉนวนยึดติดกับ ALUMINUM FOIL โดยใช้กาวชนิดไม่ติดไฟ (เมื่อแห้งแล้ว) ALUMINUM FOIL จะต้องประกอบด้วย แผ่นพอยล์ด้านนอก กระดาษครีฟ เส้นใยแก้วเสริมแรงเสริมแรงและแผ่นพอยล์ด้านใน ส่วนประกอบทั้งหมดจะต้องยึดติดกันอย่างเหนียวแน่นตามมาตรฐาน คุณสมบัติไม่ต่ำกว่าหรือเทียบเท่ามาตรฐาน ACI SISALATION 431 หรือ FLAME STOP 524

5.2 การติดตั้งฉนวนหุ้มท่อลม

ก่อนจะหุ้มฉนวนเข้ากับท่อลมบริเวณพื้นที่ที่ท่อนั้นๆ ต้องทำความสะอาดและทิ้งไว้ให้แห้งก่อน พื้นผิวภายนอกท่อลมทั้งหมด (ยกเว้นท่อ FLEXIBLE DUCT) จะต้องทากาวชนิดไม่ติดไฟให้ทั่วก่อน จึงจะทำการหุ้มฉนวนได้ ถ้าใช้ฉนวนใยแก้ว ตรงตำแหน่งรอยต่อของฉนวนใยแก้วจะต้องคาดทับด้วยเทปอะคริลิกชนิดมีกาวในตัว (ACRYLIC TAPE) ขนาดกว้างไม่น้อยกว่า 50 mm (2 in) อีกหนึ่งชั้น ถ้าใช้ฉนวนใยแก้วเข้ากับท่อลมที่มีขนาด 475 mm (19 in) และใหญ่กว่าเฉพาะด้านใต้ท้องท่อลมและด้านข้างท่อลมทั้ง 2 ด้าน ให้ใช้ตะปูพร้อมแหวน (MECHANICAL PINS AND SELF-LOCKING WASHERS) ยึดติดด้วย RAPID-SETTING SYNTHETIC ELASTOMER ADHESIVES เป็นตารางหมากรุกห่างกันทุก ๆ ระยะไม่เกิน 450 mm (18 in) เพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนท่อลมตกแอ่นลง ดูรายละเอียดการติดตั้งใน TYPICAL DETAILS

5.2.1 ท่อส่งลมเย็นทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

ก. ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)

ข. ในกรณีที่ไม่ใช่ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 25 mm (1 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)

ค. ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 9 mm (3/8 in)

ง. ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 25 mm (1 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)

จ. ในกรณีท่อส่งลมเย็นอยู่ภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูงหรือชื้น Duct Floor ท่อส่งลมเย็นให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 75 mm (3 in)

ฉ. ท่อลมเย็นสำหรับห้องผ่าตัดให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 75 mm (3 in)

5.2.2 ท่อนำลมกลับทั้งหมดให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ในกรณีที่ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ข. ในกรณีที่ผู้ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- ค. ในกรณีที่ท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ง. ในกรณีที่ท่อนำลมกลับอยู่ในห้องที่ไม่ปรับอากาศ ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)
- จ. ในกรณีที่ท่อนำลมกลับอยู่ภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีความชื้นสัมพัทธ์สูง ท่อนำลมกลับให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 50 mm (2 in)

5.2.3 ท่อสำหรับอากาศบริสุทธิ์ให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ไม่ผ่านการปรับอุณหภูมิให้หุ้มฉนวนตามวิธีการในข้อ 5.2.1 ,5.2.2
- ข. ท่อลมอากาศบริสุทธิ์ที่มีการปรับสภาพอุณหภูมิให้ต่ำลง (PRE-COOLED) ให้หุ้มฉนวนตามวิธีการในข้อ 5.2.1,5.2.2

5.2.4 ท่อลมสำหรับระบบระบายอากาศให้หุ้มด้วยฉนวนตามวิธีการติดตั้งแบบต่างๆ ดังนี้

- ก. ท่อลมสำหรับระบายอากาศทั่วไปไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ข. ในกรณีที่ผู้ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศไม่ต้องหุ้มฉนวน
- ค. ในกรณีที่ผู้ใช้ช่องฝ้าเพดานเป็นทางลมกลับ ท่อลมระบายอากาศที่นำลมจากห้องที่ปรับอากาศให้หุ้มภายนอกด้วยฉนวนยางหนา 12 mm (1/2 in) หรือฉนวนใยแก้วหนา 25 mm (1 in)

5.2.5 ท่อลมสำหรับระบายอากาศจาก HOOD ของห้องครัวให้หุ้มฉนวนตลอดเส้นหากมิได้ระบุชนิดของฉนวนให้ใช้ฉนวนแผ่นใยแก้วชนิด HIGH-TEMPERATURE

รายละเอียดการติดตั้ง (MECHANICAL PINS) สำหรับฉนวนใยแก้ว

ขนาดท่อลมกว้างหรือสูง จำนวนแถว MECHANICAL PINS

ท่อลมขนาด 450 mm (18 in)

และเล็กกว่า ไม่ต้องใช้ MECHANICAL PINS

ท่อลมขนาด 475 mm (19 in)

ถึง 900 mm (36 in) ใช้ MECHANICAL PINS 1 แถวตามความยาวของท่อลม

ท่อลมขนาด 925 mm (31 in)

ถึง 1,350 mm (54 in) ใช้ MECHANICAL PINS 2 แถวตามความยาวของท่อลม

ท่อลมขนาด 1,375 mm (55 in)

ถึง 1,800 mm (72 in) ใช้ MECHANICAL PINS 3 แถวตามความยาวของท่อลม

ท่อลมขนาด 1,825 mm (73 in)

ถึง 2,250 mm (90 in) ใช้ MECHANICAL PINS 4 แถวตามความยาวของท่อลม

ท่อลมขนาด 2,275 mm (91 in)

ถึง 2,700 mm (108 in) ใช้ MECHANICAL PINS 5 แถวตามความยาวของท่อลม

ท่อลมขนาด 2,725 mm (109 in)

ถึง 3,150 mm (126 in) ใช้ MECHANICAL PINS 6 แถวตามความยาวของท่อลม

ท่อลมขนาด 3,175 mm (127 in)

และใหญ่กว่า จัดระยะห่างไม่เกิน 450 mm (18 in)

5.2.6 ALUMINUM FOIL ของฉนวนท่อลมที่มีรอยฉลอกหรือฉีกขาดจะต้องปิดซ่อมด้วย Acrylic Tape ให้เรียบร้อย โดยทำบริเวณฉีกขาดให้เรียบ สะอาดและแห้งสนิทก่อนจึงปิดทับด้วย Acrylic Aluminum Tape ได้

5.2.7 ทุกจุดที่แขนรองรับท่อลมเพื่อป้องกันไม่ให้ฉนวนที่หุ้มท่อลมได้รับความเสียหายหรือถูกกดแบนจากการแขน จะต้องรองรับด้วยแผ่นเหล็กอาบสังกะสีหนา 1.1 mm (0.04 in) หรือสังกะสีเบอร์ 20 โดยพับยกขอบสองด้านขึ้นและสอง ด้านลงด้านบนพับขึ้นสูง 150 mm (6 in) ส่วนด้านล่างพับลงมา 50 mm และต้องตัดปลายมุมสังกะสีให้หมดคมแหลม ความกว้างของแผ่นที่รองรับฉนวนที่หุ้มท่อลมเมื่อพับเรียบร้อยแล้วจะต้องมีความกว้างไม่น้อยกว่า 150 mm (6 in) ดู รายละเอียดใน TYPICAL DETAILS

5.2.8 การติดตั้งท่อลมที่มีการกันไฟ อุปกรณ์แขนท่อต้องติดตั้งที่ระยะไม่เกิน 1,500 mm ขนาดของท่อเหล็กรองรับท่อ และเหล็กแขนท่อต้องคำนวณโดยพิจารณาค่ารับแรงดึงที่ลดลงของเหล็กที่ลดลงจาก 430 N/mm² ในเวลา 2 ชั่วโมง สำหรับรายการอุปกรณ์แขนท่อให้วิศวกรพิจารณาอนุมัติ

5.2.9 ปะเก็น (GASKET) และวัสดุอุดรอยรั่ว (SEALANT) ต้องเป็นวัสดุชนิดไม่ติดไฟ (NON-COMBUSTIBLE) และติดตั้ง ตามมาตรฐานผู้ผลิต

5.2.10 ช่องเปิดบริการของท่อลมและรูสำหรับทดสอบท่อลมควรจัดอยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและสอดคล้องกับตำแหน่ง ช่องเปิดของฝ้าเพดาน

6. อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม (DUCT SUPPORT AND HANGER)

6.1 ผู้รับจ้างต้องจัดหาแรงงาน วัสดุและอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการทำและติดตั้งอุปกรณ์เหล็กยึดและแขวนท่อลม

6.2 ผู้รับจ้างต้องจัดทำแบบ SHOP DRAWING ของอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมเพื่อส่งขออนุมัติก่อน ดำเนินการ

6.3 สำหรับอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลม ชนิด รูปร่าง วิธีการยึดและช่วงระยะระหว่าง แสดงไว้ในแบบและ รายการ

6.4 ในการพิจารณาการแขวนยึดท่อต้องคำนึงถึงลักษณะการใช้งานสถานที่ติดตั้งและน้ำหนักของท่อรวมทั้งอุปกรณ์ที่ ติดตั้งบนท่อเป็นหลัก เพื่อเลือกชนิดและขนาดของอุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวน สำหรับการยึดกับคอนกรีตเสริมเหล็กให้ ใช้ EXPANSION BOLT เท่านั้น

6.5 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมจะต้องสามารถปรับระดับให้สูงขึ้นหรือต่ำลงได้ การทำเกลียวจะต้องยาว พอให้สามารถปรับระดับได้ โดยมีเกลียวเหลือจากการขันน็อตปรับระดับแล้วไม่น้อยกว่า 20 mm (3/4 in) และไม่ยาวเกิน กว่าระดับต่ำสุดของ SUPPORT รับน้ำหนัก

6.6 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมสามารถยึดกับโครงเหล็กหรือคอนกรีตได้อย่างมั่นคงโดยท่อลมสามารถยึด และหัดตัวได้อย่างปลอดภัย

- 6.7 ท่อในแนวนอนที่งอขึ้นในแนวตั้งต้องมี SUPPORT รับน้ำหนักท่อใกล้เคียง เพื่อรับน้ำหนักท่อในแนวนอนและแนวตั้ง
- 6.8 ห้ามใช้ Sleeve เป็นตัวรองรับน้ำหนักโดยเด็ดขาด
- 6.9 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมจะต้องประกอบและทาสีมาจากโรงงาน
- 6.10 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคารซึ่งติดตั้งอยู่ในบริเวณที่ชื้นและถูกกัดกร่อนได้ง่าย เช่น ห้องแบตเตอรี่ ห้องเครื่องกำเนิดไอน้ำ ห้องเครื่องปรับอากาศ ห้องครัวและห้องซักritz เป็นต้น จะต้องทาด้วย EPOXY RED LEAD PRIMER 2 ชั้นและทาทับด้วยสี EPOXY BLACK FINISHING PAINT อีกหนึ่งชั้น
- 6.11 อุปกรณ์เหล็กยึดและเหล็กแขวนท่อลมที่ติดตั้งภายในอาคารตามบริเวณทั่วไปไม่มีความชื้นและกัดกร่อน จะต้องทาสีด้วย RED LEAD PRIMER สองชั้นและทาทับด้วยสี ALKYD GREY FINISHING PAINT อีกหนึ่งชั้น น๊อตสกรูและแหวนสปริงจะต้องเป็น HOT DIPPED GALVANIZED STEEL หรือ STAINLESS STEEL
- 6.12 หลังจากการติดตั้งระบบท่อลมทั้งหมดเรียบร้อยแล้วต้องทำการตรวจสอบและปรับระดับให้ท่ออยู่ในระดับที่ถูกต้อง
- 6.13 ให้ผู้รับจ้างติดตั้งอุปกรณ์การวัด FLOW MEASURING PORT พร้อม PLUG ไว้สำหรับสอด PITOT TUBE เพื่อใช้ในการวัด AIR FLOW PORT ดังกล่าวจะต้องติดตั้งอยู่ทุกทางแยกที่สำคัญของท่อลม ยกตัวอย่างเช่น ท่อลมที่แยกออกจากกล่องจ่ายลมหลัก (MAIN PLENUM), ท่อลมย่อย (SUB BRANCH) ที่แยกจากท่อลมรอง (MAIN BRANCH), ท่อลมรอง (MAIN BRANCH) ที่แยกจากระบบท่อลมหลัก (MAIN SYSTEM)

7. ช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR)

- 7.1 จะต้องมียช่องเปิดบริการ (ACCESS DOOR) ติดตั้งที่ด้านข้างหรือด้านใต้ท่อลมมีขนาดอย่างน้อย 300 mm X 300 mm (12 in X 12 in) สำหรับตำแหน่งติดตั้งนั้นให้ติดตั้งความเหมาะสมสำหรับใช้เปิดบริการ Fire Damper ทุกชุด, VAV BOX, MOTORIZED DAMPER, SMOKE DAMPER, SPLITTER DAMPER และ VOLUME DAMPER ที่มีขนาดใบ (BLADE) ใหญ่กว่า 0.1 mm² (150 in²) ทุกชุด ACCESS DOOR จะต้องเป็นแบบบานพับ (HINGE) มี SASH LOCK อย่างน้อยสองตัวมีขอบเป็นรูปหน้าแปลนและมีปะเก็น NEOPRENE ติดที่ขอบโดยรอบเพื่อกันอากาศรั่ว สำหรับ ACCESS DOOR ที่ติดตั้งบนท่อลมที่หุ้มฉนวนต้องสร้าง ACCESS DOOR ให้เป็นสองชั้นและระหว่างต้องชั้นบุด้วยฉนวนกันความร้อนชนิดเดียวกับที่ใช้หุ้มท่อลม
- 7.2 ผู้รับจ้างต้องเป็นผู้กำหนดขนาดและตำแหน่งของช่องเปิดบนผ้าเพื่อการตรวจซ่อมและบริการท่อลม ท่อน้ำ เครื่องและอุปกรณ์ต่าง ๆ เสนอขออนุมัติต่อสถาปนิกก่อนการทำค่าใช้จ่ายในการทำช่องเปิดให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง

8. FLEXIBLE COLLARS

ข้อต่ออ่อนที่ใช้ภายนอกอาคารจะต้องเคลือบด้วย Neoprene ให้สามารถป้องกันน้ำได้ในกรณีที่จะบุให้ใช้ท่อลมกลมอ่อน (FLEXIBLE ROUND DUCT) สำหรับต่อเข้าหัวจ่ายลมความยาวของท่อลมกลมอ่อนที่ใช้ต่อจะต้องมีความยาวไม่เกิน 3.0 m (10 ft)

9. DAMPER

9.1 VOLUME DAMPER

VOLUME DAMPER แบบใบเดี่ยว (SINGLE BLADE) หรือแบบหลายใบ (MULTIPLE BLADE) โดยใบ (BLADE) แบบใบเดี่ยวมีความกว้างได้ถึง 350 mm (14 in) สำหรับใบของ MULTIPLE BLADE จะต้องมีความกว้างไม่เกิน 100 mm (4 in) และมีความยาวใบเต็มตามความกว้างของท่อลมแต่ไม่เกิน 1,000 mm (40 in) ตัวใบประกอบขึ้นจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (GAGE NO. 16) รอยพับขอบใบต้องเป็นแบบ HEMMED VOLUME DAMPER ต้องเป็นแบบ INTERLOCKING BLADE EDGE แกนปรับใบ (DAMPER ROD) จะต้องมียาลาด้านหนึ่งเป็นหัวจตุรัสยึดทะลุตัวถึงลอดผ่าน BEARING PLATE สำหรับชนิดที่เป็น HANDLE LOCKING DEVICE แกนใบจะต้องมี NYLON BUSHING หรือ BRONZE BEARING SLEEVE รองรับ VOLUME DAMPER แบบหลายใบจะต้องจัดใบให้เป็นแบบ OPPOSED BLADE ชนิด GANG OPERATED

9.2 LOW LEAKAGE VOLUME DAMPER

จะต้องมีโครงสร้างเช่นเดียวกับ VOLUME DAMPER และได้รับการทดสอบการรั่วซึมในขณะปิดโดยจะต้องรั่วไม่เกิน 23 L/s.m² ที่ 250 Pa และไม่เกิน 30 L/s.m² ที่ 500 Pa ทั้งนี้การทดสอบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน AMCA 500

9.3 FIRE DAMPER

ลิ้นกั้นไฟจะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบ ลิ้นกั้นไฟจะต้องติดตั้งในแนวกำแพงกันไฟทุกจุด หรือตามที่ปรากฏในแบบ ไม่ว่าจะมิระบุแสดงตำแหน่งไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม ตัวเรือนและใบของลิ้นกั้นไฟจะต้องทำด้วยแผ่นเหล็กชุบสังกะสีทั้งโครงสร้าง เมื่อติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที หากติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้มากกว่า 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 3 ชั่วโมง และจะต้องได้รับการรับรองจากสถาบันที่มีชื่อเสียงเช่น UL ตามมาตรฐาน UL 555 เป็นต้น FUSIBLE LINK ของ FIRE DAMPER เป็นชนิดหลอมหรือโลหะหลอมละลายที่มีจุดหลอมละลายสูงกว่าอุณหภูมิขณะใช้งาน 28 °C แต่ต้องต่ำกว่า 74 °C FIRE DAMPER ที่เป็นชนิดมู่ลี่จะต้องเลือกใช้รุ่นที่เมื่อเก็บมู่ลี่แล้วจะต้องไม่มีมู่ลี่เข้ามาอยู่ในกระแสอากาศ (OUT OF AIR STREAM) ที่เปดานทุกจุดที่มีลิ้นกั้นไฟติดตั้งอยู่จะต้องมีช่องบริการขนาดไม่น้อยกว่า 0.60 m X 0.60 m ติดตั้งไว้ใกล้ๆ เสมอเพื่อสามารถขึ้นดูแลรักษาได้ และที่ท่อลมจะต้องมีช่องเปิดชนิด AIR TIGHT เพื่อเข้าเปลี่ยน FUSIBLE LINK ได้

9.4 SMOKE DAMPER

อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ควันถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสั่งให้ทำงาน ติดตั้งร่วมกับผนังกันควันน้อยกว่าหรือเท่ากับ 1 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟไม่น้อยกว่า 45 นาที เป็นชนิด LOW LEAKAGE ทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (GAGE NO. 16) ตัวใบทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า GAGE NO. 14 ขอบใบต้องมีตัว SEAL เพื่อกันควันได้ มีตัว ACTUATOR เพื่อหมุนขับใบให้ปิดเมื่อเกิดเหตุจำนวน ACTUATOR เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตส่วนประกอบทั้งหมด ได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน UL ตามมาตรฐาน UL 555 LEAKAGE CLASS I

9.5 COMBINATION FIRE & SMOKE DAMPER

อุปกรณ์ที่ติดตั้งไว้เพื่อกันมิให้ควันถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่น ๆ ของระบบส่งลม อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติ โดยระบบควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ตรวจจับควันไฟสั่งให้ทำงาน และทำหน้าที่ในการป้องกันมิให้ไฟถูกส่งต่อไปยังส่วนอื่นของระบบส่งลมเช่นเดียวกับลิ้นกันไฟ อุปกรณ์นี้ต้องทำงานโดยอัตโนมัติเมื่อถึงอุณหภูมิที่ตั้งไว้ และต้องมีค่าการทนไฟได้ไม่น้อยกว่าโครงสร้างที่ติดตั้งอยู่ติดตั้งร่วมกับผนังทนไฟได้น้อยกว่าหรือเท่ากับ 2 ชั่วโมง ความสามารถในการทนไฟจะต้องทนไฟได้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง 30 นาที เป็นชนิด LOW LEAKAGE ทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.6 mm (GAGE NO. 16) ตัวใบทำจากแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า GAGE NO. 14 ขอบใบต้องมีตัว SEAL เพื่อกันควันได้ มีตัว ACTUATOR เพื่อหมุนขับใบให้ปิดเมื่อเกิดเหตุจำนวน ACTUATOR เป็นไปตามมาตรฐานผู้ผลิตส่วนประกอบทั้งหมดได้รับเครื่องหมายรับรองจากสถาบัน UL ตามมาตรฐาน UL 555 LEAKAGE CLASS I

9.6 SPLITTER DAMPER

SPLITTER DAMPER จะต้องทำขึ้นโดยมีรายละเอียดดังแสดงในแบบตัวใบทำด้วยแผ่นสังกะสีขนาดความหนาตามเบอร์เกจของท่อลมช่วงนั้น ความยาวของตัวใบ 1.25 เท่าของท่อลมที่แยกออกมา ก้านเป็นทองเหลืองหรือเหล็กชุบสังกะสี (Push Rod) สำหรับปรับตำแหน่งใบขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 9 mm (3/8 in)

9.7 การเสนออุปกรณ์เพื่อการขออนุมัติ DAMPER

9.7.1 รุ่นที่เลือกใช้และรายละเอียดข้อมูลมาตรฐานรับรองผลิตภัณฑ์ข้อมูลทางเทคนิคเปรียบเทียบกับรายละเอียดประกอบแบบ

9.7.2 SHOP DRAWING ประกอบการติดตั้งเพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา สำหรับ DAMPER ชนิด FIRE DAMPER, SMOKE DAMPER, COMBINATION FIRE & SMOKE DAMPER

หมวดที่ 4 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็ก ชนิด Cassette Type

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กชนิด Cassette Type ที่ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ จะต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ประกอบเป็นชุดสำเร็จมาจากโรงงานต่างประเทศ หรือผลิตภายในประเทศภายใต้ลิขสิทธิ์ของผลิตภัณฑ์ นั้น ๆ
- 1.2 ความสามารถในการทำความเย็นของเครื่องที่เสนอมาเพื่อขอรับการอนุมัติ จะต้องไม่น้อยกว่าที่ระบุในรายการอุปกรณ์
- 1.3 เครื่องส่งลมเย็นขนาดเล็กชนิด Cassette Type โดยพื้นฐานจะต้องประกอบด้วยโครงเครื่อง, แผงตกแต่งหน้าเครื่อง, คอยล์เย็น, พัดลม, มอเตอร์, ถาดน้ำทิ้ง, แผงกรองอากาศ และอุปกรณ์ประกอบอื่น ๆ ที่เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตนั้น ๆ
- 1.4 การติดตั้งเครื่องส่งลมเย็นจะเป็นการติดตั้งโดยฝังเข้าไปในฝ้าเพดาน (Ceiling-Recessed Type) รอยต่อระหว่างฝ้าเพดานและแผงตกแต่งหน้าเครื่องจะต้องเรียบร้อยไม่มีช่องว่างเกิดขึ้น และแผงตกแต่งหน้าเครื่องจะต้องได้แนวระดับเดียวกับแนวฝ้าเพดาน
- 1.5 Cooling Capacity ที่ระบุในรายการอุปกรณ์ยังไม่ได้รวมความร้อนจากมอเตอร์ของเครื่องส่งลมเย็น ผู้รับจ้างจะต้องเลือกเครื่องส่งลมเย็นให้ครอบคลุมความร้อนที่เกิดจากมอเตอร์ โดยยังคงผลิตความเย็นสำหรับพื้นที่ปรับอากาศได้ไม่น้อยกว่าที่ระบุในตารางอุปกรณ์

2. โครงเครื่อง

- 2.1 โครงเครื่องทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสีความหนาไม่น้อยกว่า 1.6 มิลลิเมตร (0.064 นิ้ว) พับขึ้นรูปและประกอบกันอย่างแข็งแรง
- 2.2 บริเวณที่สัมผัสกับละอองน้ำหรือน้ำ จะต้องเคลือบด้วยสารป้องกันการผุกร่อน โครงเครื่องที่สัมผัสกับความเย็นจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Foamed Elastomer หรือ Polyurethane Foam ความหนาและความหนาแน่นของฉนวนที่ใช้เป็นไปตามมาตรฐานของผู้ผลิตนั้น ๆ ซึ่งจะต้องสามารถป้องกันการเกิดหยดน้ำกลั่นตัวจับเกาะได้
- 2.3 ฉนวนที่ติดภายในโครงเครื่อง เสร็จแล้วจะต้องมีสภาพเรียบร้อยและไม่มีรอยฉีกขาด บริเวณผนังด้านข้างของตัวเครื่อง จะต้องมียุติสำหรับเตรียมไว้เพื่อเป็นช่องที่สามารถเปิดได้ ในกรณีที่ต้องการต่อท่ออากาศบริสุทธิ์เข้าตัวเครื่อง

3. แผงตกแต่งหน้าเครื่อง

- 3.1 แผงตกแต่งหน้าเครื่องทำด้วยแผ่นเหล็กผ่านการทำความสะอาด และเคลือบด้วยสีเมลามีนอบแห้ง (Baked-On Epoxy Melamine Primer) พร้อมหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation หรือ Polyurethane Foam ที่ด้านใน เพื่อป้องกันการเกิดหยดน้ำกลั่นตัวจับเกาะ

3.2 บริเวณแผงจะประกอบด้วยช่องจ่ายลมเย็นและช่องรับลมกลับ จำนวนช่องจ่ายลมเย็นบนแผงมีอย่างน้อย 2 ช่อง พร้อมด้วยใบปรับทิศทางลม แผงตกแต่งหน้าเครื่องจะต้องมีช่องเปิดบริการเตรียมไว้ ในกรณีที่ต้องการเปิดซ่อมแซมอุปกรณ์ภายใน หรือเพื่อทำความสะอาดแผงกรองอากาศ

3.3 โดยปกติสีของแผงตกแต่งหน้าเครื่องจะเป็นสีมาตรฐานตามผู้ผลิตกำหนด ยกเว้นจะมีการเปลี่ยนแปลงสีของแผงใหม่ โดยการกำหนดจากสถาปนิก

4. คอยล์เย็น

4.1 คอยล์เย็นทำด้วยท่อทองแดงอย่างหนาไม่มีตะเข็บ ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง Nominal OD ไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร (3/8" □ OD) ประกอบกับครีบอลูมิเนียม ซึ่งยึดติดอยู่กับท่ออย่างสม่ำเสมอโดยวิธีกล (Mechanical Bonded) และความดันน้ำตกคล่อมคอยล์เย็นจะต้องไม่น้อยกว่า 35 kPa.(5.0 Psig.)

4.2 คอยล์เย็นจะต้องผ่านการทดสอบรั่ว (Air Pressure Leak Test Under Water) ที่ความดันไม่ต่ำกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ความเร็วลมที่ผ่านคอยล์เย็นจะต้องไม่เกิน 2.25 เมตรต่อวินาที (450 ฟุตต่อวินาที) ที่ความเร็วรอบสูงสุด และที่ด้านบนสุดของคอยล์ให้มี Manual Air Vent Cock ไว้ด้วย

5. พัดลม

5.1 พัดลมเป็นชนิด Centrifugal, Double Width-Double Inlet และใบพัดเป็นชนิด Forward Curved ทำจากพลาสติกหรือเหล็กอาบสังกะสี ขับเคลื่อนโดยตรงจากมอเตอร์

5.2 ตัวใบพัดและมอเตอร์จะต้องได้รับการตรวจสอบและปรับสมดุลย์ทั้งในขณะที่หยุดนิ่งและขณะหยุดจากโรงงานผู้ผลิต ซึ่งจะต้องไม่เกิดเสียงดังขณะพัดลมทำงาน

6. มอเตอร์

6.1 มอเตอร์ที่ใช้ขับพัดลมเป็นชนิด Weather Proof, Tap Wound หรือ Balance Wound Type ที่มีความสามารถปรับความเร็วรอบได้ 3 จังหวะ (High-Medium-Low) ตลับลูกปืนของมอเตอร์จะต้องเป็นแบบ Sleeve Type หรือ Ball Bearing Type ที่มี Oil Reservoir มาพร้อมกับชุดเครื่องส่งลมเย็น มอเตอร์จะต้องเป็นชนิด Shade Pole ที่ใช้กับระบบไฟฟ้า 230 โวลต์/1 เฟส/50 เฮิร์ต และจะต้องมี Permanent Split Capacitor (PSC) พร้อมทั้ง Overload Protection มาพร้อมจากโรงงานผู้ผลิต

7. ถาดน้ำทิ้ง

7.1 ถาดน้ำทิ้งทำจากแผ่นเหล็กอาบสังกะสี และมีขนาดใหญ่พอที่จะรองรับคอยล์เย็นและอุปกรณ์ที่จะเกิดหยดน้ำกลั่นตัวได้ทั้งหมด รอยต่อหรือรอยพับของถาดน้ำทิ้งจะต้องไม่มีรอยรั่วที่ผิวด้านบนของถาดน้ำทิ้งจะต้องเคลือบด้วยสารกันการผุกร่อน และที่ด้านล่างของถาดจะต้องหุ้มฉนวนป้องกันการเกิดหยดน้ำกลั่นตัวจับเกาะ เป็นฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation หรือ Polyurethane Foam ถาดน้ำทิ้งจะต้องอยู่ในระดับสูงพอที่น้ำจะถ่ายออกจากถาดได้หมดทางท่อน้ำทิ้ง และจุดต่อท่อน้ำทิ้งของถาดจะต้องอยู่บริเวณต่ำที่สุดของถาดน้ำทิ้งด้วย

7.2 ในกรณีที่ถาดน้ำทิ้งที่ประกอบมาจากโรงงานผู้ผลิต มีขนาดไม่เพียงพอที่จะรองรับอุปกรณ์ต่าง ๆ ผู้รับจ้างจะต้องมี Auxiliary Drain Pan เพิ่มอีกชุดหนึ่ง เพื่อรองรับอุปกรณ์เหล่านั้น และจะต้องทำการหุ้มฉนวนชนิดเดียวกับที่หุ้มในถาดน้ำทิ้งเดิม

7.3 เครื่องปรับอากาศแบบ Cassette type จะต้องมีการติดตั้ง drain pump พร้อมท่อ drain เพื่อระบายน้ำทิ้งที่สามารถระบายน้ำไปยังจุดน้ำทิ้งได้ตามต้องการ

8. แผงกรองอากาศ

8.1 แผงกรองอากาศเป็นชนิด Synthetic Fiber Panel Filter ติดตั้งอยู่ทางด้านช่องลมกลับ ซึ่งสามารถถอดล้างและทำความสะอาดได้ง่าย รายละเอียดของแผงกรองอากาศเป็นไปตามหมวดเรื่องแผงกรองอากาศ

หมวดที่ 5 วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Pipe and Fitting Material) และฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 วัสดุท่อน้ำ ข้อต่อท่อน้ำและอุปกรณ์ที่นำมาใช้ในการติดตั้งสำหรับระบบปรับอากาศ จะต้องได้มาตรฐานตามข้อกำหนดและในรายละเอียดของหมวด “วัสดุท่อน้ำระบบปรับอากาศ” และจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะนำมาใช้ในการติดตั้งได้

1.2 วัสดุท่อน้ำและข้อต่อต่าง ๆ ก่อนนำไปติดตั้ง จะต้องได้รับการทาสีป้องกันสนิมเสียก่อนตามรายละเอียดของหมวด “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี” และสีจะต้องได้รับการอนุมัติจากผู้ควบคุมงานเสียก่อน จึงจะนำมาใช้งานได้

2. ท่อน้ำเย็นและข้อต่อ (Chilled Water Pipe and Fitting)

2.1 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) แบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อมีความหนา 9.5 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWWA C200

2.2 วัสดุข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่น สามทางตรง สามทางลด สามทางวาย ข้อข้อ ข้อโค้งและข้อลด อนุญาตให้ใช้วัสดุท่อดังกล่าวข้างต้นนำมาตัดเป็นชิ้นส่วนและเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่าง ๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัดประกอบและการเชื่อมให้วิศวกรควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอยเชื่อมและสนิมต่าง ๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนทาสีกันสนิมและสีรองพื้น

2.3 ท่อน้ำเย็น (Chilled Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 Grade A หรือ Grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพิมพ์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อและขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 10 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

2.4 วัสดุข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting ตามรายละเอียดต่อไปนี้

ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า สามารถต่อแบบเกลียวได้

ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged Connections) หรือการต่อด้วยกรูฟ (Grooved connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding มาตรฐาน BS10 Table F, มาตรฐาน ANSI B16.5 (BS 1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat

Mechanical Grooved Coupling ต้องทำการผลิตจาก ชิ้นส่วน 2 ชิ้น ตั้งแต่ขนาด 3/4" – 60" โดยวัสดุที่ใช้เป็นเหล็กหล่อเหนียว Ductile Iron ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM A-395 grade 65-45-15 และ ASTM A-536 grade 65-

45-12. ปะเก็น ทำจากวัสดุ Synthetic rubber ซึ่งสามารถรับความดันที่ใช้งานได้ โดย ชนิดของปะเก็น ต้องเหมาะสม กับ ส่วนที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน ASTM D-2000 พร้อมทั้งต้องได้รับการรับรองการใช้งานจากโรงงานตามอายุท่อเท่านั้น, ชิ้นส่วน ของ Bolts การชุบ สังกะสี ตามมาตรฐาน ASTM B-633, ชิ้นส่วนของ Nuts ผลิตจาก Heat treated carbon steel ตามมาตรฐาน ASTM A-183 โดยมี แรงดึงต่ำสุดที่ 110,000 psi

- (a) Rigid Type : ตัวเรือน เป็นแบบ Angle pattern bolt pads โดยขนาด 2"-8" เป็นอุปกรณ์ coupling ที่ สามารถทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ Flat bolt pads สำหรับ ขนาดตั้งแต่ 14" ขึ้นไปโดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ wedge shaped เพื่อให้ตัวเรือนหลังจากการติดตั้ง ซึ่งสามารถ ให้ระบบมีความแข็งแรง และ แน่นหนา โดย ตัวรองรับ และ ตัวแขวน เป็นไปตาม มาตรฐาน ASME B31.1, B31.3, B31.9 และ NFPA 13
- (b) Flexible Type: ตัวเรือน เป็นแบบ Flat bolt pads โดยขนาด 2"-8" เป็นอุปกรณ์ coupling ที่สามารถทำการ ติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ ขนาด 14" ขึ้นไป โดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ wedge shaped มีการใช้งานในส่วนที่ต้องการรับ แรงสั่นสะเทือน ของระบบ. Flexible coupling สามารถใช้งานแทน ข้อต่ออ่อน (Flexible connectors Metal/Rubber) โดย Coupling ติดใกล้ส่วนที่ เกิดแรงสั่นสะเทือน

ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure

3. ท่อน้ำคอนเดนเซอร์และข้อต่อ (Condenser Water Pipe and Fitting)

3.1 ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่าโดยทั่วไป กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) แบบ Spiral Welded Pipe ผนังท่อมีความหนา 9.5 มิลลิเมตร ตามมาตรฐาน AWWA C200

3.2 วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 650 มิลลิเมตร (26 นิ้ว) และใหญ่กว่า เช่น สามทางตรง สามทางลด สามทางวาย ข้องอ ข้อโค้งและข้อลด อนุญาตให้ใช้วัสดุท่อ ดังกล่าวข้างต้นนำมาตัดเป็น ชิ้นส่วนและเชื่อมประกอบเป็นรูปข้อต่อต่าง ๆ ได้ หรือจะใช้ Weld-O-Let ช่วยในการประกอบสามทางก็ได้เช่นกัน แต่ผู้รับจ้างต้องเสนอแบบ Shop Drawing แสดงวิธีการตัด ประกอบ และการเชื่อมให้ผู้ควบคุมงานพิจารณาอนุมัติก่อนดำเนินการ ประกอบและติดตั้ง สะเก็ดรอยเชื่อมและสนิมต่าง ๆ จะต้องถูกกำจัดออกให้หมดก่อนทาสีกันสนิมและสีรองพื้น

3.3 ท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Condenser Water Pipe) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำ (Black Steel Pipe) ชนิด ERW Seamed Pipe มีคุณสมบัติตามมาตรฐาน API-5L หรือ ASTM A-53 Grade A หรือ grade B ความหนาไม่น้อยกว่า Schedule 40 ท่อทุกท่อจะต้องทำปลายท่อแบบ Bevel End และพินท์รหัสเครื่องหมายมาตรฐานท่อ และขนาดระบุลงบนตัวท่อสำหรับท่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางเกิน 10 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว)

3.4 วัสดุข้อต่อท่อน้ำคอนเดนเซอร์ (Pipe Fitting) ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) และเล็กกว่า กำหนดให้ใช้ Standard Weight Fitting แบบเชื่อมหรือแบบต่อด้วยเกลียว

ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า สามารถต่อแบบเกลียวได้

ท่อน้ำและข้อต่อที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 600 มิลลิเมตร (24 นิ้ว) ให้ต่อด้วยวิธีเชื่อม (Welded Joints) หรือการต่อด้วยหน้าแปลน (Flanged Connections) หรือการต่อด้วยกรูฟ (Grooved connections) หน้าแปลนใช้ Forged-Steel แบบ Slip-On, Welding Neck หรือ Socket Welding ตามมาตรฐาน BS10 Table F, มาตรฐาน ANSI B16.5 (BS 1560) ปะเก็นใช้ Natural Rubber หรือ Asbestos อุปกรณ์ประกอบท่อแบบ Union ใช้แบบ Ground Joint Bronze or Brass to Iron Seat

Mechanical Grooved Coupling ต้องทำการผลิตจาก ชิ้นส่วน 2 ชิ้น ตั้งแต่ขนาด 3/4" – 60" โดยวัสดุที่ใช้เป็น เหล็กหล่อเหนียว Ductile Iron ซึ่งเป็นไปตาม มาตรฐาน ASTM A-395 grade 65-45-15 และ ASTM A-536 grade 65-45-12. ปะเก็น ทำจากวัสดุ Synthetic rubber ซึ่งสามารถรับความดันที่ใช้งานได้ โดยชนิดของปะเก็น ต้องเหมาะสม กับ ส่วนที่ใช้งาน ตามมาตรฐาน ASTM D-2000 พร้อมทั้งต้องได้รับการรับรองการใช้งานจากโรงงานตามอายุท่อเท่านั้น, ชิ้นส่วน ของ Bolts การชุบ สังกะสี ตามมาตรฐาน ASTM B-633, ชิ้นส่วนของ Nuts ผลิตจาก Heat treated carbon steel ตามมาตรฐาน ASTM A-183 โดยมี แรงดึงต่ำสุดที่ 110,000 psi

(a) Rigid Type : ตัวเรือน เป็นแบบ Angle pattern bolt pads โดยขนาด 2"-8" เป็นอุปกรณ์ coupling ที่ สามารถทำการติดตั้งได้โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ Flat bolt pads สำหรับ ขนาดตั้งแต่ 14" ขึ้นไปโดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ wedge shaped เพื่อให้ตัวเรือนหลังจากการติดตั้ง ซึ่งสามารถ ให้ระบบมีความแข็งแรง และ แน่นหนา โดย ตัวรองรับ และ ตัวแขวน เป็นไปตาม มาตรฐาน ASME B31.1, B31.3, B31.9 และ NFPA 13

Flexible Type: ตัวเรือน เป็นแบบ Flat bolt pads โดยขนาด 2"-8" เป็นอุปกรณ์ coupling ที่สามารถทำการติดตั้งได้ โดยไม่ต้องแยกชิ้นส่วนของ Gasket, Nut & Bolt ออกจากตัวเรือน และ ขนาด 14" ขึ้นไป โดยตัวเรือน และร่อง Grooved เป็นลักษณะ wedge shaped มีการใช้งานในส่วนที่ต้องการรับ แรงสั่นสะเทือน ของระบบ. Flexible coupling สามารถใช้ งานแทน ข้อต่ออ่อน (Flexible connectors Metal/Rubber) โดย Coupling ติดใกล้ส่วนที่ เกิดแรงสั่นสะเทือน

ข้อต่อท่อน้ำ (Pipe Fitting) จะต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure

ท่อน้ำคอนเดนเซอร์และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอระบายความร้อน ระบุให้ใช้เป็นท่อเหล็กดำอบสังกะสี (Hot Dip Galvanized steel pipe) ตามมาตรฐาน ASTM A83 Grade A Schedule 40

ท่อน้ำคอนเดนเซอร์และข้อต่อทั้งหมดบริเวณหอระบายความร้อน ให้ใช้เป็นท่อ High Density Polyethylene Pipe, (HDPE) PE100 ไม่ต่ำกว่าชั้น PN 10 (ตามมาตรฐาน DIN 8074, 8075) โดยท่อ HDPE ต้องมีคุณสมบัติในการป้องกันรังสี UV ได้จุดต่อระหว่างท่อ HDPE กับท่อเหล็กดำให้อยู่ภายในอาคารไม่น้อยกว่า 2 เมตรจากผนังหรือตามความเห็นชอบของ วิศวกรผู้ควบคุมงาน

ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น ขนาดท่อ HDPE ที่ระบุในแบบกำหนดเป็นขนาด Inside Diameter ซึ่งผู้รับจ้างต้องทำการเปรียบเทียบขนาดท่อน้ำสำหรับติดตั้งจริงเพื่อให้ได้ขนาด Inside Diameter ตามที่ระบุในแบบ

4. ท่ออื่นๆ

ท่อน้ำทิ้ง

ก. ท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศ (Condensated Drain) กำหนดให้ใช้เป็นท่อ PVC แข็ง, Class 8.5 ตามมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม มอก. 17-2532

ข. วัสดุเชื่อมต่อสำหรับท่อน้ำทิ้งจากเครื่องปรับอากาศต้องใช้ชนิดที่มีความหนาตามประเภทท่อที่ใช้ และใช้น้ำยาต่อตามคำแนะนำของผู้ผลิต

ค. ท่อน้ำทิ้งจะต้องหุ้มฉนวนไม่ลามไฟชนิด Closed Cell Insulation ความหนาไม่น้อยกว่า 19 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

ฉนวนหุ้มท่อน้ำเย็น

1. ข้อกำหนดทั่วไป

ท่อน้ำเย็นต้องได้รับการทดสอบรอยรั่ว และทดสอบกันสนิมโดยเรียบร้อยก่อนหุ้มฉนวน

การหุ้มฉนวนท่อน้ำเย็นจะต้องหุ้มท่อตลอดแนวท่อ แม้ในช่วงที่ท่อเดินผ่านผนัง, กำแพง และพื้น รวมทั้งบริเวณที่ท่อสวมต่อเข้ากับข้อต่อหน้าแปลนของวาล์ว ต่าง ๆ จะต้องหุ้มฉนวนให้แนบติดผิวท่อ ไม่มีโพรงอากาศขังอยู่ภายใน

อุปกรณ์ต่าง ๆ ที่ต่อในระบบท่อน้ำเย็นที่จะมีหยดน้ำที่กลั่นตัวจับเกาะ (Condensation) ให้หุ้มทับด้วยฉนวน และมีความหนาแบบเดียวกับฉนวนหุ้มท่อน้ำที่ติดตั้งอุปกรณ์นั้น

2. ฉนวนชนิด Closed Cell

2.1 คุณสมบัติ

เครื่องจักร อุปกรณ์ ท่อน้ำของระบบน้ำเย็น รวมทั้งท่อน้ำทิ้ง ที่ติดตั้งในสถานที่ที่สามารถเกิด Condensation บนพื้นผิวขึ้นได้ อุปกรณ์และส่วนประกอบที่เกี่ยวข้องทั้งหมดจะต้องหุ้มด้วยฉนวนที่มีคุณสมบัติดังนี้

ก. วัสดุพื้นฐาน Fire Retardant Elastomeric Foam หรือ

Fire Retardant PE Foam

ข. โครงสร้างของเซล เป็นเซลปิด

ค. ค่า สปส. การนำความร้อน ไม่เกิน 0.038 W/m.K(0.27 btu.inch/ft² hr.°F) @ 24oC

- ง. ความหนาแน่น มากกว่า 60kg/m³ (3.75 lb/ft³)
- จ. ค่า สปส. การต้านทานความชื้น μ ไม่น้อยกว่า 3,000
- ฉ. ค่าการดูดซึมน้ำ ไม่เกิน 5% by Weight
- ช. การติดไฟไม่ลามไฟหรือหน่วงการติดไฟ (Flame Retardant)
- ซ. ค่า Flame Spread Index ไม่เกิน 25 (ASTM-E84) หรือ อย่างต่ำ Class 1 (BS 476 Part 7)
- ณ. ค่า Smoke Develop Index ไม่เกิน 50 (ASTM-E84) หรือ ไม่เกิน 5 (AS 1530.3)

2.2 ความหนาของฉนวน

เพื่อป้องกันการเกิด Condensation บนผิวของฉนวน ฉนวนต้องมีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุดังนี้

รายการ ความหนาฉนวน

	(มิลลิเมตร)	(นิ้ว)
- เครื่องทำน้ำเย็นและเครื่องสูบน้ำเย็น	40	1 ½
- ท่อน้ำเย็น		
Ø 25 mm และเล็กกว่า	25	1
Ø 32 mm - Ø 125 mm	32	1 ¼
- ท่อน้ำทิ้ง		
Ø 32 mm และเล็กกว่า	19	¾
Ø 40 mm และใหญ่กว่า	25	1

หมายเหตุ :- ความหนาฉนวนข้างต้นอ้างอิงที่อุณหภูมิท่อน้ำเย็น 6.6oC (44oF) ท่อน้ำทิ้ง 12oC (54oF) และสภาวะอากาศโดยรอบท่อ (Surrounding Air Condition) ที่ 32°Cdb,80%Rh (90°Fdb,80%Rh)

กรณีที่ท่อน้ำเย็นเดินผ่านพื้นที่ต่อไปนี้

- ใต้หลังคาชั้นสูงสุด
- ใต้หลังคาจั่ว
- ห้องที่มีความชื้นสูง เช่น ห้องครัว , ห้องLaundry , ห้องที่อยู่ชั้นใต้ดิน

ให้ใช้ฉนวนที่มีความหนาไม่น้อยกว่าที่ระบุดังนี้

รายการ ความหนาฉนวน

	(มิลลิเมตร)	(นิ้ว)
- Ø 100 mm. (4" Ø) และน้อยกว่า	50	2

- Ø 150 mm. (6" Ø) และมากกว่า 80 3

3. การติดตั้ง

3.1 ก่อนการหุ้มฉนวน จะต้องทำความสะอาดผิวนอกของท่อเป็นอย่างดี และไม่มีคราบน้ำปูน สะเก็ดวัสดุอื่นจับติดอยู่ที่จะทำให้ผิวท่อขรุขระ รอยเชื่อมที่เป็นคลื่นมากต้องแต่งให้เรียบ

3.2 ใช้กาบตามที่ผู้ผลิตฉนวนชนิดนั้นแนะนำ ทาตรงรอยต่อของฉนวน และประกบติดให้สนิท รอยต่อจะต้องได้แนวเรียบร้อยไม่เอียงหรือคด ฉนวนที่หุ้มตัวอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องทาผิวที่ผิวฉนวน และผิวอุปกรณ์ก่อนมีการหุ้มฉนวน โดยฉนวนต้องหุ้มทับให้เข้ารูปอุปกรณ์อย่างเรียบร้อย และไม่มีโพรงอากาศซึ่งอยู่ภายใน

3.3 ฉนวนที่เลือกใช้อาจเป็นแบบ Per-Formed Tube หรือแบบ Sheet โดยเลือกใช้ตามความเหมาะสมของความหนาของฉนวนและขนาดท่อ ซึ่งรอยต่อของฉนวนจะต้องไม่มีรอยพับหรือรอยหักเกิดที่ด้านวงในของฉนวนที่หุ้มรอบท่อน้ำ และรอยต่อจะต้องไม่เป็นรอยบากรูปตัววี ยกเว้นท่อเล็กกว่าเส้นผ่าศูนย์กลาง 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว)

3.4 ฉนวนที่หุ้มแล้วจะต้องมีความตึงพอดี ไม่หลวมหรือคับจนสังเกตได้ชัด และห้ามไม่ให้ใช้ฉนวนแบบ Per-Formed Tube ที่มีขนาดใหญ่กว่าท่อที่จะหุ้ม

3.5 บริเวณพื้นที่แขวนท่อรองรับท่อ ให้ใช้ชั้น Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือ PU Foam เนื้อแข็งรองตามมุมของผิวท่อที่สัมผัสกับที่แขวนท่อ โดยความหนาของ Rigid Fiberglass เนื้อแข็ง หรือ PU Foam เนื้อแข็งเท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความยาวของชั้น Rigid Fiberglass หรือ PU Foam ตามแนวท่อไม่เกิน 0.15 เมตร (6 นิ้ว) และให้หุ้มทับด้วยฉนวนแบบ Closed Cell Foamed Elastomer อีกชั้นหนึ่ง หนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ก่อนที่จะรองรับข้างได้ด้วยแผ่นสังกะสีหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) โดยความยาวของฉนวนและแผ่นสังกะสีให้ยาวเลยส่วนที่เป็น Rigid Fiberglass หรือ PU Foam เนื้อแข็งข้างละ 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)

3.6 ถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่น การรองรับท่อน้ำเย็นที่หุ้มฉนวนด้วยที่แขวนท่อ จะเป็นไปตามข้อ 3.5 หรือสามารถใช้ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ ยาง Neoprene รองรับท่อตรงบริเวณที่แขวนท่อแทนได้ โดยความหนาของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ ยาง Neoprene เท่ากับความหนาของฉนวนที่หุ้มท่อนั้น ความกว้างของ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ ยาง Neoprene เท่ากับความกว้างของที่แขวนท่อ และให้หุ้มทับ Rigid PU Foam (Fire Retardant) หรือ ยาง Neoprene ด้วยฉนวน Closed Cell Insulation หนา 13 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) อีกชั้น

3.7 ฉนวนที่เก็บกองไว้ไม่ถูกวิธี เสียรูป ผิดขนาด ผิดฉนวน หรือสกปรก จะถูกตัดทิ้งไม่อนุญาตให้นำมาใช้ในการติดตั้ง โดยเด็ดขาด ฉนวนที่หุ้มท่อและอุปกรณ์เรียบร้อยแล้ว แต่ได้รับความเสียหายมีรอยฉีก รอยกรีด ผิดขนาดหลายแห่ง เป็นเนื้อที่มากกว่า 5% ของพื้นที่ฉนวนส่วนที่ยังมีสภาพดีในบริเวณนั้น ผู้รับจ้างจะต้องเปลี่ยนฉนวนให้ใหม่ และจะไม่อนุญาตให้ทำการปะซ่อม หรือหุ้มฉนวนทับอย่างเด็ดขาด

3.8 ท่อที่หุ้มฉนวนแบบ Closed Cell Insulation ที่ติดตั้งอยู่ภายนอกอาคาร, บน Pipe Bridge, บน Pipe Rack ใน Trench และที่ปรากฏแก่สายตา จะต้องหุ้มด้วยแผ่น Stainless Steel Jacket (SS 304) ความหนาไม่น้อยกว่า 0.50 มิลลิเมตร ทับอีกชั้นหนึ่ง หรือให้เป็นแบบระบบท่อหุ้มฉนวนสำเร็จรูป (Pre Insulated Pipe) ตามที่ผู้ออกแบบกำหนด

หมวดที่ 6 การติดตั้งท่อน้ำระบบปรับอากาศ (Piping Installation)

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 เนื่องจากเป็นความประสงค์ของแบบที่ไม่ต้องการแสดงรายละเอียดการติดตั้งไว้ทุกประการจำนวนข้อต่อท่อ การทำจุดยึดหัวหรือวาล์วต่าง ๆ ที่ต้องทำเพิ่มเติมจากการจัดหลบแนวท่อ เพื่อให้ได้ระบบการเดินท่อที่ถูกต้องสมบูรณ์ตามที่ระบุในข้อกำหนดอื่น ๆ และในแบบไม่เป็นปัญหากับงานอื่น ๆ เป็นส่วนของผู้รับจ้างจะต้องรับผิดชอบและไม่สามารถคิดค่าใช้จ่ายเพิ่มเติมจากผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการได้

1.2 แบบท่อน้ำระบบปรับอากาศเป็นเพียงแผนภูมิแสดงให้เห็นแนวทางการเดินท่อน้ำส่วนการเดินท่อและจัดท่อจริงหรือเพื่อความสะดวกง่ายต่อการเข้าถึงทุกส่วนของท่อ เนื่องจากข้อกำหนดจากขนาดของแบบช่วงหักเลี้ยวหลบข้อต่อวาล์วอาจจะไม่ได้แสดงไว้ในแบบนอกจากนั้นผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแบบสถาปัตย์ แบบโครงสร้าง แบบระบบปรับอากาศ แบบระบบป้องกันเพลิงไหม้ แบบระบบสุขาภิบาลและแบบระบบไฟฟ้าเพื่อตรวจสอบผนัง ฝ้า เพดาน คาน ที่ตั้งของช่องท่อ (Pipe Shaft) และข้อขัดแย้งจากงานอื่น ๆ เพื่อการหักท่อหลบติดตั้งวาล์วข้อต่อต่าง ๆ เท่าที่จำเป็นกับสภาพนั้น ๆ

1.3 การติดตั้งท่อน้ำจะต้องเป็นไปโดยถูกต้อง โดยการวัดขนาดความยาวแท้จริง ณ สถานที่ติดตั้ง การติดตั้งจะต้องไม่ก่อให้เกิดแรงกดดันกับระบบท่อ ต้องอยู่ห่างจากประตูหน้าต่างและช่องเปิดอื่น ๆ

1.4 การติดตั้งท่อน้ำ จะต้องปล่อยให้มีการยึดและหดตัวโดยไม่เกิดความเสียหายต่อข้อต่อต่าง ๆ และอุปกรณ์

1.5 ท่อน้ำในแนวดิ่งจะต้องยึดให้แน่นกับแนวผนังหรือเสา และต้องเป็นแนวตรง ผงตะไคร่ ผุ่นต่าง ๆ จะต้องกวาดออกจากภายในท่อให้หมด ผิวนอกท่อเหล็กกล้าดำต้องทาสีกันสนิมอย่างน้อย 2 ชั้น

1.6 ท่อน้ำต้องติดตั้งให้มีแนวเอียงลาดเพียงพอแก่การระบายน้ำทิ้ง (Draining) หรือระบายอากาศออก (Venting)

1.7 ปลายเปิดของท่อและอุปกรณ์ จะต้องปิดเพื่อป้องกันฝุ่น ผง และเศษผง เข้าไปอยู่ภายในท่อและเพื่อสะดวกในการซ่อมบำรุง ซ่อมแซม เปลี่ยนแปลงในระบบท่อต้องมียูนิย่น หรือหน้าแปลนเท่าที่ปรากฏในแบบระหว่างข้อต่อเข้าอุปกรณ์ หรือเท่าที่จะเป็นอื่น ๆ

1.8 แนวท่อต้องจัดให้สามารถเข้าถึงได้โดยง่าย เพื่อประโยชน์ในการบำรุงรักษา ซ่อมแซมและเปลี่ยนอุปกรณ์

1.9 ใช้ข้อต่อที่ได้มาตรฐานในการต่อท่อเปลี่ยนแปลงแนวทางเดิน เปลี่ยนขนาด หรือมีข้อแยก

1.10 ติดตั้งวาล์ว ให้ก้านวาล์วอยู่ในแนวดิ่งให้มากที่สุด

1.11 หลังจากต่อท่อด้วยแบบขันเกลียวหรือเชื่อม ร่องเกลียวส่วนที่เหลือไหลออกมา และรอยเชื่อมต่อทุกแห่งจะต้องใช้แปรงลวดขัดแล้วทาสีกันสนิม Zinc Chromate

1.12 ติดตั้งอุปกรณ์อื่น ๆ เข้ากับท่ออันได้แก่ ท่อระบายอากาศ (Vent Pipe), วาล์ว (Valve), อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ (Automatic Air Vent) และท่อปล่อยน้ำทิ้ง (Drain Pipe and Valve) ตามจำนวนที่จำเป็นและตามความต้องการที่ระบุไว้ในแบบ

1.13 ปลายทางของท่อน้ำ หากในแผนผังปรากฏว่ามีท่อน้ำแสดงไว้สำหรับต่อเติม ขยายออกไปในอนาคตแล้ว จะต้องต่อท่อเหล่านี้ออกไปให้พ้นจากสิ่งกีดขวาง แล้วใส่วาล์วและหน้าแปลนบอด (Blind Flange) หรือฝาครอบปิดไว้ และหากจำเป็นจะต้องกลบดินในระยะนี้เสียก่อนก็อาจจะทำได้โดยตอกหลักและติดป้ายแสดงตำแหน่งปลายท่อเหล่านี้อยู่

2. ลักษณะการเดินท่อ (Appearance)

ลักษณะการเดินท่อ การติดตั้งท่อต้องกระทำด้วยความปราณีต ปรากฏความเป็นระเบียบเรียบร้อยแก่สายตากการ เลี้ยว การหักมุม การเปลี่ยนแนวระดับ ต้องใช้ข้อต่อที่เหมาะสม ให้กลมกลืนกับลักษณะรูปร่างของอาคารในส่วน นั้น ๆ แนวท่อต้องให้ขนานหรือตั้งฉากกับอาคารเสมอ อย่าให้เฉหรือเอียงจากแนวอาคาร หากที่ต้องแขวนท่อจากเพดานหรือจากโครงสร้างเหนือศีรษะ และมีได้กำหนดตำแหน่งที่แน่นอนไว้ในแบบแล้วต้องแขวนท่อนั้นชิดข้างบนให้มากที่สุดเท่าที่จะทำได้ ทั้งนี้เพื่อมิให้ท่อนั้นเป็นที่กีดขวางแก่สิ่งติดตั้งที่เพดานหรือเหนือศีรษะ เช่น โคมไฟ ท่อลม ฯลฯ เป็นต้น และผู้รับจ้างต้องตรวจสอบแนวระดับท่อของระบบต่าง ๆ ให้แน่นอนเสียก่อน การติดตั้งระบบท่อ ระบบใดระบบหนึ่งเพื่อมิให้ท่อเหล่านั้นกีดขวางกัน

3. ฝีมืองาน (Workmanship)

ฝีมืองานผู้รับจ้างจะต้องใช้ช่างซึ่งชำนาญงานโดยเฉพาะในแต่ละประเภทมาปฏิบัติงานติดตั้งระบบท่อเครื่อง สุขภัณฑ์ และอุปกรณ์ และต้องควบคุมการทำงานของช่างเหล่านี้ให้ดำเนินไปโดยชอบด้วยหลักปฏิบัติดังต่อไปนี้

- ก. การตัดท่อแต่ละท่อ ต้องให้ได้ระยะพอดีตามความต้องการที่ใช้งาน ณ จุดนั้น ๆ ซึ่งเมื่อต่อบรรจบกันแล้ว ต้องได้แนวท่อที่สม่ำเสมอไม่คดและคลาดเคลื่อนจากแนวไป
- ข. การติดตั้งท่อ ต้องวางในลักษณะที่เมื่อเกิดการหดตัวหรือขยายตัวของท่อ เนื่องจากการเปลี่ยนแปลง อุณหภูมิแล้วไม่ทำให้เกิดการเสียหายแก่ตัวท่อนั้นเอง หรือแก่สิ่งใกล้เคียง ระบบท่อที่มีการขยายตัวและหดตัวมากต้องจัดให้มี Expansion Loop หรือ Expansion Joint ในที่ ๆ จำเป็นและเหมาะสมด้วย ถึงแม้จะไม่ได้กำหนดไว้ในแบบแปลนก็ตาม
- ค. การตัดท่อ ให้ใช้เครื่องมือสำหรับตัดท่อโดยเฉพาะ และต้องคว้านปากท่อชุดเศษท่อที่ฝังติดค้างอยู่ปากท่อออกเสียให้หมด หากทำเกลียวต้องใช้เครื่องมือทำเกลียวที่มีฟันคม เพื่อให้ฟันเกลียวเรียบและได้ขนาดตามมาตรฐาน
- ง. ท่อนที่ที่ต้องเปลี่ยนแนวหรือทิศทางของท่อ ให้ใช้ข้อต่อตามความเหมาะสม (ข้อต่อ หมายถึง ข้อโค้ง ข้องอ สามตา ฯลฯ เป็นต้น) และหากมีการเปลี่ยนแปลงขนาดของท่อ ณ จุดใดให้ใช้ข้อลดเท่านั้น

4. การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ (Location of Device)

การวางตำแหน่งของส่วนประกอบการเดินท่อ บรรดาส่วนประกอบต่าง ๆ ของระบบท่อ เช่น วาล์วน้ำ มาตรวัดน้ำ เกจวัดความดัน ฯลฯ เป็นต้น ต้องวางให้อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมกับการใช้งานโดยปกติ และสามารถถอดซ่อม บำรุงหรือเปลี่ยนใหม่ได้โดยง่าย

หมวดที่ 7 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศและวาล์ว (Piping Accessories)

1. ความต้องการโดยทั่วไป

- 1.1 ผู้รับจ้างจัดหาและติดตั้งอุปกรณ์ประกอบท่อน้ำในระบบปรับอากาศที่มีคุณสมบัติ และลักษณะที่ถูกต้องทางด้านเทคนิคและข้อกำหนดให้เป็นไปตามแบบและรายการ จนสามารถใช้การได้ดีและสมบูรณ์ตามที่ต้องการ
- 1.2 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่างๆที่มีได้แสดงไว้ในแบบ แต่มีความจำเป็นและทำให้ระบบสมบูรณ์ยิ่งขึ้นจะต้องจัดหาและติดตั้งให้ด้วย
- 1.3 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีลักษณะเดียวกันจะต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกัน
- 1.4 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องเป็นแบบที่มีลักษณะและคุณสมบัติที่เหมาะสมที่เข้ากับของเหลวในระบบ
- 1.5 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของแรงดันสูงสุดในระบบหรือตามที่กำหนดไว้ในแบบและรายการ
- 1.6 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำ จะต้องมีขนาดเท่ากับท่อน้ำที่อุปกรณ์ดังกล่าวติดตั้งอยู่
- 1.7 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำที่มีความจำเป็นจะต้องอ่านค่าหรือบำรุงรักษาเป็นประจำจะต้องติดตั้งไว้ในที่ซึ่ง สามารถเข้าถึงได้ง่ายและสะดวก
- 1.8 อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำจะต้องติดตั้งให้ถูกต้องตามลักษณะของการใช้งานไม่ให้เกิดเสียงดังและการสั่น สะเทือน

2. Flexible Pipe Connection

- 2.1 ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม ผู้รับจ้างต้องติดตั้งข้อต่ออ่อนเพื่อป้องกันการส่งผ่านความสั่นสะเทือนจากอุปกรณ์ที่มีแรงสั่นสะเทือนไปยังระบบท่อน้ำหรือโครงสร้างที่อุปกรณ์หรือระบบท่อน้ำยึดติดอยู่
- 2.2 ข้อต่ออ่อนสำหรับต่อด้านน้ำเข้า-ออกจากเครื่องสูบน้ำเป็นแบบ Reinforced Neoprene Rubber (Bellow Type) สามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิใช้งานไม่เกิน 77 องศาเซลเซียส (170 องศาฟาเรนไฮท์)
- 2.3 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่ามีข้อต่อแบบเกลียว (Threaded Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
- 2.4 ข้อต่ออ่อนที่มีขนาดเส้นผ่านศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่ามีข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Ends) และยึดข้อต่อโดยใช้หน้าแปลน (Flanged Connection)
- 2.5 การติดตั้งแบบต่อโดยใช้หน้าแปลนต้องมี Guide และ Stopper เพื่อป้องกันการเสียหายอันเนื่องมาจากการยึดตัวของข้อต่ออ่อน
- 2.6 ส่วนข้อต่ออ่อนที่ติดตั้งในที่อื่น ๆ สำหรับจุดที่อาจเกิดการเคลื่อนตัวของท่อในกรณีที่เกิดทรุดตัวไม่เท่ากัน (Differential Settlement) ไม่ว่าจะแสดงในแบบหรือไม่ก็ตาม

3. Expansion Joints (ข้อต่อแบบยืดและหดตัว)

- 3.1 Expansion Joints เป็นชนิด Packless Construction Externally Pressurized Guide Expansion Connector

- 3.2 Expansion Joints ใช้ติดตั้งในระบบท่อน้ำซึ่งมีการยืดตัวและหดตัวของท่อน้ำ และในระบบท่อน้ำซึ่งไม่สามารถติดตั้ง Expansion Loops หรือ Offsets ได้
- 3.3 จุดตรึงยึดที่แน่นหนา (Anchors and Pipe Guides) จุดตรึงยึดจะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่ถูกต้อง เหมาะสม ตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน
- 3.4 Expansion Joints เป็นชนิดหน้าแปลนต้องทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ
4. Strainers (อุปกรณ์ดักผง)
- 4.1 Strainers ใช้สำหรับต่อต้านน้ำเข้าเครื่องสูบน้ำและที่อื่น ๆ ตามที่แสดงในแบบ ตัวสเตรนเนอร์เป็นแบบ Y-Pattern
- 4.2 Strainers ขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่า ทำด้วย Bronze แบบ Screwed End
- 4.3 Strainer ขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ทำด้วย Cast-Iron แบบ Flanged End
- 4.4 แผ่นตะแกรงดักผงทำด้วย Stainless Steel สามารถถอดออกล้างได้โดยไม่ต้องถอด Strainers ออกจาก ระบบท่อน้ำ แผ่นปิดท้ายตะแกรงของ Strainer ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าต้องติดตั้งวาล์วสำหรับระบายตะกอนทั้งขนาดไม่เล็กกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) พร้อมทั้งมีท่อน้ำและฝาปิด (Cap) ปลายท่อทั้งไว้ด้วย
- 4.5 Strainers ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ
- 4.6 ขนาดของรูตะแกรงดักผงจะต้องมีขนาดดังนี้:-

ขนาดสเตรนเนอร์ มิลลิเมตร (นิ้ว)	ขนาดรู มิลลิเมตร
20 ถึง 50 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว ถึง 2 นิ้ว)	0.75
65 ถึง 150 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว ถึง 6 นิ้ว)	1.50
200 ถึง 300 มิลลิเมตร (8 นิ้ว ถึง 12 นิ้ว)	3.00
ใหญ่กว่า 300 มิลลิเมตร (ใหญ่กว่า 12 นิ้ว)	6.00

5. Automatic Air Vent (อุปกรณ์ไล่อากาศอัตโนมัติ)
- 5.1 Automatic Air Vent เป็นแบบ Direct Acting Float Type
- 5.2 ลูกลอยและส่วนประกอบภายในทำด้วย Stainless Steel
- 5.3 Body and Cover ทำด้วย Cast-Iron
- 5.4 ขนาดของท่อต่อเข้า 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

5.5 Automatic Air Vent ต้องสามารถทนแรงดันใช้งานได้ไม่ต่ำกว่า 1.5 เท่าของ Working Pressure หรือตามที่ระบุในแบบ

5.6 ก่อนต่อเข้า Automatic Air Vent จะต้องมีการ Shut off Valve ประกอบอยู่ด้วย ส่วนทางด้านอากาศออกจะ ต้องต่อท่อไปทิ้งไว้ ณ จุดหัวรับน้ำทิ้ง (Floor Drain)

5.7 Automatic Air Vent จะต้องติดตั้งที่จุดสูงสุดของท่อน้ำและในตำแหน่งที่มีอากาศสะสมอยู่ในระบบท่อหรือตามที่ระบุในแบบ

6. Drain Valves (วาล์วระบายน้ำ)

6.1 Drain Valves เป็นแบบ Plug-Type ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่ต่ำสุดของระบบท่อน้ำไว้ สำหรับเปิดไล่ผงและ ตะกอน ออกจากระบบท่อน้ำหรือเมื่อมีความจำเป็นอื่น ๆ

6.2 Drain Valves จะต้องติดตั้งในตำแหน่งที่สามารถเข้าถึงได้โดยง่ายและสะดวกในการบำรุงรักษา

6.3 Drain Valves จะต้องมีความเหมาะสมกับระบบท่อนั้น ๆ

6.4 จะต้องต่อท่อจาก Drain Valves ไปทิ้งไว้ในตำแหน่งที่เหมาะสมและไม่เป็นอันตราย เช่น บ่อพักน้ำทิ้ง, รางระบาย น้ำทิ้ง ฯลฯ หรือตามคำแนะนำของผู้ควบคุมงาน

6.5 ท่อที่ต่อจาก Drain Valves นี้จะต้องจับยึดให้แน่นหนาไม่ให้เกิดการสั่นของท่อเมื่อปล่อยน้ำทิ้งอย่างรวดเร็ว

7. Pressure Gauges (อุปกรณ์วัดความดัน)

7.1 Pressure Gauges เป็นแบบ Bourdon Type สำหรับวัดความดันของน้ำตามที่แสดงไว้ในแบบและ รายการ

7.2 Pressure Gauges ตัวเรือนทำด้วย Stainless Steel หน้าปัทมกลม เส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว) มีสเกลบนหน้าปัทมอยู่ในช่วง 150 ถึง 200% ของความดันที่ใช้งานปกติมี Accuracy 1% ของสเกลบนหน้าปัทม

7.3 มีอุปกรณ์ปรับค่าที่ถูกต้องได้

7.4 สเกลมีหน่วยอ่านค่าเป็นกิโลกรัมต่อตารางเซนติเมตร (kg/cm²) ปอนด์ต่อตารางนิ้ว (PSIG) หรือบาร์ (Bar) หรือ กิโลปาสกาล (KPa) หรือมิลลิเมตรปรอท (mm Hg.) สำหรับความดันที่ต่ำกว่าบรรยากาศ

7.5 Pressure Gauges แต่ละชุดจะต้องมี Shut off Valve และ Pressure Snubber ประกอบรวมอยู่ด้วย

7.6 ความดันใช้งานต้องไม่เกินกว่าความดันสูงสุดที่ปรากฏบนสเกลหน้าปัทม

7.7 Pressure Gauges ที่ใช้กับของเหลวที่กัดกร่อน (Corrosive Liquid) จะต้องเป็นชนิด Chemical Type with Diaphragm Liquid Separator

8. Thermometers (อุปกรณ์วัดอุณหภูมิ)

8.1 Thermometers เป็นแบบหลอดแก้วชนิด Adjustable Angle มีกรอบสเกลยาว 230 มิลลิเมตร (9 นิ้ว)

เทอร์โมมิเตอร์ติดตั้งไว้สำหรับวัดอุณหภูมิของน้ำหรือของเหลวที่ด้านเข้า-ออกจากเครื่องและอุปกรณ์ที่ แสดงไว้ในแบบ

- 8.2 Thermometers ตัวเรือนทำด้วย Cast Aluminum มีก้านวัดอุณหภูมิ (Stem) ยาวไม่น้อยกว่า 90 มิลลิเมตร (3 1/2 นิ้ว) และจะต้องเลือกช่วงสเกล (Scale Range) ให้เหมาะสมกับอุณหภูมิของน้ำหรือ ของเหลวที่จะวัดอ่านค่ามีความแม่นยำ (Accuracy) + 1/2 oC
- 8.3 มีอุปกรณ์สำหรับปรับให้หน้าปัดของเทอร์โมมิเตอร์อยู่ในตำแหน่งที่เหมาะสมและต้องการได้
- 8.4 Thermometers จะต้องเลือกใช้งานให้เหมาะสมกับน้ำหรือของเหลว และอุณหภูมิของเหลวนั้น ๆ
- 8.5 Thermometers จะต้องเป็นแบบ Dual Scale with oC and oF
- 8.6 Thermometers แต่ละชุดจะต้องติดตั้งร่วมกับ Separable Brass Well โดยมี Connection แบบ Swivel Nut หรือแบบ Union ตัว Well จะต้องมีความยาวลึกเข้าไปในท่อน้ำได้อย่างน้อย 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว)
- ก. สำหรับการติดตั้งกับท่อน้ำขนาดเล็กกว่า ให้ขยายท่อโดยใช้สามตาหรือข้อต่อต่าง ๆ ประกอบในการติดตั้ง
- ข. การใช้ Separable Well กับท่อที่หุ้มฉนวน ให้คำนึงถึงความหนาของฉนวนหุ้มท่อ และให้เลือกใช้แบบก้านยาว (Extended Well)
- 8.7 Thermometer ควรติดตั้งที่ความสูง 1.50 เมตร วัดจากพื้นหรือในระดับสายตาเพื่อ่ายต่อการอ่านค่า
9. Flow Measuring Equipment (อุปกรณ์วัดปริมาณน้ำ)
- 9.1 Flow Measuring Equipment หรืออุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นแบบ Annubar Flow Measuring Station และมีกล่องเครื่องมือสำหรับวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำ (Portable Meter Set) พร้อมทั้ง Master Chart ซึ่งสามารถอ่านค่าที่ออกมาได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมงหรือแกลลอนต่อนาที กล่องเครื่องมือนี้ สามารถเคลื่อนย้ายได้สะดวก โดยมีสายวัดสำหรับต่อระหว่างเครื่องวัดและ Annubar มีความยาว 4 เมตร จำนวน 2 เส้นพร้อมยางกันรั่วรวมอยู่ในกล่อง เครื่องวัดนี้สามารถนำมาใช้งานได้ทันทีจะต้องมีคู่มือการติดตั้งและวิธีการใช้เครื่องวัดนี้รวมอยู่ในกล่องด้วย
- 9.2 ภายหลังการส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องมอบเครื่องวัด 2 ชุดให้เป็นสมบัติของผู้ว่าจ้าง
- 9.3 เครื่องมือวัดค่าปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Eagle Eye Flow Meter หรือเทียบเท่า
- 9.4 ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องติดตั้งวาล์วสำหรับปิด-เปิดพร้อม Quick Connect Coupling Connection ติดตั้งอยู่ด้วย
- 9.5 Annubar Elements ทำด้วย Stainless Steel สามารถทนแรงดันใช้งานได้ 2,068 กิโลปาสกาล (300 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) ที่อุณหภูมิ 204 oC (400 oF)
- 9.6 อุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำเป็นผลิตภัณฑ์ของ Annubar by Ellison Instrument Division Dieterich Standard Corp หรือเทียบเท่า
- 9.7 ทุกตำแหน่งที่ติดตั้งอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องมีป้ายทองเหลืองแขวนด้วยโซ่แขวนอยู่ และ ป้ายนี้จะต้องแสดง Station Number, Meter Setting และค่าที่อ่านได้เป็นลูกบาศก์เมตรต่อชั่วโมง (m³/Hr) หรือแกลลอนต่อนาที (GPM) หรือลิตรต่อวินาที (L/sec)
- 9.8 ข้อต่อที่จะนำมาใช้ในการติดตั้งควบลูกกับอุปกรณ์วัดปริมาณการไหลของน้ำจะต้องส่งมาพร้อมกับอุปกรณ์ วัดปริมาณการไหลของน้ำจากโรงงานผู้ผลิตเดียวกัน
10. Water Meter (มาตรวัดน้ำ)

Water Meter เป็นมาตรวัดน้ำแบบใบพัด (Turbine Type) Multi Jet Magnetic Drive ตามมาตรฐานของการประปา ท้องถิ่นและผ่านการทดสอบความเที่ยงตรงโดยมีหนังสือรับรองจากการประปาท้องถิ่น เป็นแบบที่สามารถติดตั้งในแนวนอน หรือแนวตั้งได้ตามที่ระบุในแบบ มีช่วงอุณหภูมิใช้งานเหมาะสมกับของไหลในระบบท่อที่ติดตั้งอยู่

มาตรวัดน้ำที่ติดตั้งในระบบท่อน้ำเย็นให้ทำเป็นกล่องใส่มาตรวัดน้ำ (Meter Box) พร้อมฝาเปิด-ปิดเพื่อดูหน้าปัด ฝาดังกล่าวต้องมี โชคล้อติดไว้กับกล่อง กล่องและฝาทำด้วยเหล็กปลอดสนิมบุภายในทุกด้านรวมทั้งฝาด้วยฉนวน Closed Cell ความหนา ไม่น้อยกว่าความหนาของฉนวนหุ้มท่อช่วงที่มีเตอร์ติดตั้งอยู่เพื่อป้องกัน Condensation

กรณีที่ต้องการให้อ่านค่าหรือแสดงผลที่ระยะไกล หรือแสดงผลที่ระบบ BAS ผู้รับจ้างจะต้องเลือกใช้มาตรวัดน้ำรุ่นมาตรฐาน ที่สามารถส่งสัญญาณ 4-20 mA ไปยังอุปกรณ์อ่านค่าปลายทางหรือระบบ BAS ได้

11. Bolts, Nuts, and Washers (สกรู น็อต และแหวน)

อุปกรณ์ประกอบท่อน้ำต่าง ๆ ที่มีการต่อกันท่อนแบบหน้าแปลนซึ่งจะต้องมี Bolts, Nuts และ Washers ยึดประกอบ รวม อยู่ด้วย กำหนดให้ Bolts, Nuts และ Washer ทำด้วย Cadmium-Plated Steel ระหว่างหน้าแปลนทั้งสอง ประกอบอยู่ จะต้องมีการกันยางสังเคราะห์สอดใส่อยู่ด้วย

12. Gate Valve

Gate Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screwed Bonnet, Rising Stem, Solid Wedge Disc และ Screwed Ends

13. Globe Valve

Globe Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze แบบ Screwed Bonnet, Screwed Ends โดย Disc เป็นแบบ Plug Type สามารถถอดเปลี่ยนใหม่ได้

14. Check Valve

14.1 Swing-Check Valves (Two-Piece Hinges)

ใช้สำหรับระบบทำความสะอาดท่อระบายความร้อนด้วยลูกบอลอัตโนมัติหรือ Automatic Ball Cleaning เท่านั้น

- Check Valves เป็นแบบ Swing Type Check Valve สามารถติดตั้งใช้งานได้ทั้งแนวนอนและแนวตั้ง โดยแนวตั้งต้อง ติดตั้งในทิศทางที่น้ำไหลขึ้นเท่านั้น การทำงานของลิ้นวาล์วเป็นแบบ Two-Piece Hinges and Accessible Disc Cover และสามารถใช้งานได้ดีโดยลิ้นวาล์วไม่ติดขัดหรือค้างอยู่และต้องปิดสนิทเมื่อมีการไหลย้อนกลับของน้ำ โดยไม่เกิดเสียงดัง และการสั่นสะเทือน

- Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) และเล็กกว่าทำด้วย Bronze ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Ends)
- Check Valves ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลาง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่าทำด้วย Cast-Iron Swing Pattern and Bronze-Trimmed ชนิดมีหน้าแปลน (Flanged Ends) ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

14.2 Silent-Check Valve (Spring Closed Type)

- Silent-Check Valve ให้ติดตั้งในตำแหน่งที่แสดงไว้ในแบบและในตำแหน่งที่ไม่ต้องการให้เกิดเสียงดังหรือการกระแทกของน้ำ ลิ้นวาล์วจะปิดสนิทด้วยสปริง (Spring Closed Type)
- Silent-Check Valves ที่มีขนาด 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึงขนาด 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ต้องเป็นชนิด Single Disc ตัววาล์วทำด้วย Bronze ส่วน Disc, Seat ทำด้วย Teflon และ Spring ทำด้วย Stainless Steel ยึดข้อต่อโดยใช้เกลียว (Threaded Connection)
- Silent-Check Valve ที่มีขนาด 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) และใหญ่กว่า ต้องเป็นชนิด Single Disc ตัววาล์วเป็นแบบ Globe Style, หรือ Dual Plate แบบ Wafer Style ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Semi-Steel ส่วน Disc, Seat และ Bushing ทำด้วย Bronze และ Spring ทำด้วย Stainless Steel ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

15. Manual Balancing Valve

- 15.1 Balancing Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 50 มิลลิเมตร (2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วย Bronze หรือ Brass แบบ Screwed Ends หรือวัสดุอื่นเทียบเท่าซึ่งมีคุณสมบัติไม่น้อยกว่า Bronze และ Brass
- 15.2 Balancing Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron หรือ Ductile Iron แบบ Flanged Ends
- 15.3 Balancing Valve ที่ใช้สามารถเลือกได้ 2 ทางเลือกดังนี้

ทางเลือกที่ 1 : Balancing Valve ชนิดที่มี Flow Measuring Ports สำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำได้ในตัว และมีสเกลแสดงจำนวนรอบของ Handwhell ที่ได้ตั้งไว้

ทางเลือกที่ 2 : ใช้ Globe Valve ติดตั้งร่วมกับ Flow Measuring Ports สำหรับใช้วัดอัตราการไหลของน้ำ

โดยทั่วไปต้องใช้ทางเลือกที่ 1 เว้นแต่จะมีปัญหาหรือข้อยกเว้นเท่านั้น ถึงให้ใช้ทางเลือกที่ 2 แทนได้

- 15.4 ผู้รับจ้างต้องจัดหาอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในช่วงต่าง ๆ ตามที่ต้องการจำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า 1 ชุด ในกรณีที่ Balancing Valve ต้องใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำต่างกันออกไป ทั้งนี้อุปกรณ์ดังกล่าวต้องแสดงผลออกมาเป็นอัตราการไหลของน้ำได้เลย

16. Butterfly Valve

- 16.1 Butterfly Valve ที่มีเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วย Cast Iron หรือ Ductile Iron ส่วนที่เป็น Disc ทำด้วย Stainless Steel หรือ Aluminium Bronze
- 16.2 ตัววาล์วเป็นแบบ Lug Type หรือ Double Flanged Type
- 16.3 Stem เป็นแบบ Through-Shaft Design (One Piece Shaft) หรือ Two Piece Shaft ที่ใช้งาน ณ ความดันไม่น้อยกว่าที่กำหนด
- 16.4 Compound Rubber Seat Ring จะต้องมียึดหยุ่นดี และทนทานต่อการสึกกร่อน และปิดได้สนิท
- 16.5 Molded-In "O" Ring จะต้องออกแบบมาใช้ในการประกอบหน้าแปลน โดยไม่ต้องใช้ปะเก็น (Gaskets) และไม่มีการรั่วไหล
- 16.6 Lever Operated Valve ใช้กับ Butterfly Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) จนถึง 100 มิลลิเมตร (4 นิ้ว)
- 16.7 Hand Wheel Gear-Operated Valve ใช้กับ Butterfly Valve ที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 150 มิลลิเมตร (6 นิ้ว) ขึ้นไป
- 16.8 Position Indicator จะต้องประกอบติดมากับตัววาล์วเพื่อแสดงตำแหน่ง Disc ของวาล์ว

17. Pressure Relief Valve

- 17.1 Pressure Relief Valve เป็นวาล์วที่รักษาความดันของน้ำในระบบท่อน้ำเย็นให้คงที่ในพิกัดที่ต้องการ และสามารถปล่อยน้ำออกจากระบบได้โดยอัตโนมัติ ในเมื่อความดันของน้ำในระบบสูงเกินกว่าพิกัดที่ตั้งไว้ และยังคงรักษาระดับความดันของน้ำในระบบท่อน้ำเย็นให้คงที่อยู่ตลอดเวลา
- 17.2 Pressure Relief Valve เป็นแบบ Hydraulically Operated, Pilot Control, Diaphragm-Type, Globe Valve Pattern
- 17.3 Pilot Control เป็นแบบ Direct-Acting, Adjustable, Spring Loaded, Diaphragm-Type Valve
- 17.4 Pressure Relief Valve ตัววาล์วทำด้วย Cast-Iron หรือ Cast-Steel ยึดข้อต่อแบบหน้าแปลน (Flanged Connection)

18. Automatic Balancing Valve

- 18.1 วาล์วจะต้องได้รับการออกแบบให้ควบคุมการไหล โดยใช้ชุด Catridge และ Spring โดยที่อัตราการไหลจะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง + 5% ตลอดช่วงค่าความดันตกคร่อมของวาล์วแต่ละชุด
- 18.2 Catridge และ Spring จะต้องทำด้วยสแตนเลส
- 18.3 วาล์วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) จนถึง 65 มิลลิเมตร (2 1/2 นิ้ว) ตัววาล์วทำด้วยโลหะผสมหรือเหล็กกล้า การติดตั้งใช้วิธี Screwed Ends
- 18.4 วาล์วที่มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางตั้งแต่ 80 มิลลิเมตร (3 นิ้ว) ขึ้นไป ตัววาล์วทำด้วยเหล็กกล้า การติดตั้งใช้วิธี Flanged Ends

18.5 วาล์วจะต้องมีจุดวัดอุณหภูมิและความดัน (Temperature and Pressure Port) เพื่อใช้ในการตรวจวัดโดยสะดวก พร้อมทั้งต้องมีจุดสำหรับ Drain น้ำที่ขึ้นมาพร้อมกับตัววาล์ว

18.6 ตัววาล์วจะต้องได้รับการออกแบบให้สามารถปรับเปลี่ยนอัตราการไหลจำนวนมาก ๆ ได้โดยการเปลี่ยนชุด Catridge

18.7 ผู้รับจ้างจะต้องจัดหาอุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำในช่วงต่าง ๆ ตามที่ต้องการจำนวน 1 ชุด หรือมากกว่า 1 ชุด ในกรณีที่วาล์วต้องใช้อุปกรณ์วัดอัตราการไหลของน้ำต่างกันออกไป ทั้งนี้อุปกรณ์ดังกล่าวต้องแสดงผลออกมาเป็นอัตราการไหลได้เลย

หมวดที่ 8 หน้ากากลม (Diffusers and Grilles)

1. ความต้องการทั่วไป

หน้ากากลมจะมีขนาดและรูปร่างตามที่กำหนดไว้ในแบบ หน้ากากลมที่ติดตั้งภายในอาคารทั้งหมดต้องมีพองน้ำหรือยางรองรอบด้านหลังปีกเพื่อป้องกันลมรั่ว การติดตั้งต้องแนบสนิทกับผนังหรือฝ้าเพดาน และหากไม่ได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น หน้ากากลมต้องมีสีแบบ Natural Anodized ส่วนหน้ากากที่ติดตั้งภายนอกอาคาร ให้ทาสีขาวหรือ สีอื่นที่ผู้ควบคุมงานกำหนดในภายหลัง หัวจ่ายลมที่อยู่ในพื้นที่เดียวกัน ให้มีขนาดเท่ากัน และให้ใช้หัวจ่ายที่มีขนาดใหญ่ที่สุดเป็นเกณฑ์

2. Ceiling Diffuser (CD)

หัวจ่ายลมแบบ Ceiling Diffuser เป็นแบบจ่ายลมได้ตั้งแต่ 1 ถึง 4 ทิศทางตามที่ระบุในแบบทำด้วย Extruded Aluminum ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ Fresh Air ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก, Removable Cores ติดตั้งแนบฝ้าเพดานแบบ Flush Mount หรือถ้าขอบหน้ากากเป็นแบบยกขอบสูง ให้ติดตั้งเป็น Surface Mount มี Opposed Blade Volume Damper ทุกหัวจ่ายและมีก้านปรับปริมาณลม สามารถปรับแต่งได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

3. Supply Air Grille/Supply Air Register (SAG/SAR)

หน้ากากลมแบบ Supply Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ Fresh Air ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก มีใบปรับทิศทางการจ่ายลมได้ทั้งในแนวตั้งและ แนวนอน (Double Deflection) โดยใบปรับวางซ้อนกันและสามารถปรับทิศทางของแต่ละใบได้โดยอิสระ ใบปรับ ด้านหน้าติดตั้งในแนวตั้งส่วนด้านหลังติดในแนวนอน หน้ากากลมแบบ Supply Air Register ลักษณะเหมือนกับ Supply Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากากออก

4. Linear Slot Diffuser/Linear Slot Return (LSD/LSR)

หัวจ่ายลมแบบ Linear Slot Diffuser และ Linear Slot Return ทำด้วย Extruded Aluminum ยกเว้นหัวจ่ายลมสำหรับ Fresh Air ให้ใช้วัสดุเป็นพลาสติก มีช่องจ่ายลมช่องเดียวหรือหลายช่องพร้อมกล่องลมที่มีฉนวนภายนอกและภายในเป็นฉนวนยางที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 12 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) และ 9 มิลลิเมตร (3/8 นิ้ว) ตามลำดับ ตามที่ระบุในแบบ ช่องจ่ายลมแต่ละช่องขนาดไม่เกิน 20 มิลลิเมตร (3/4 นิ้ว)

5. Return Air Grille/Return Air Register (RAG/RAR)

หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminum มีใบยึดติดแน่นกับหน้ากากในแนวนอนทำมุมประมาณ 45 องศา หน้ากากลมกลับแบบ Return Air Register ลักษณะเหมือนกับ Return Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้ากาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้ากาก

6. Transfer Air Grille (TAG)

หน้าากกลมกลับแบบ Transfer ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้าากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา ถ้าติดตั้งบนผนังต้องมีหน้าากติดทั้งสองด้านของผนัง

7. Fresh Air Grille/Fresh Air Register (FAG/FAR)

หน้าากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้าากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้าากลมบริสุทธิ์แบบ Fresh Air Register มีลักษณะเหมือนกับหน้าาก Fresh Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper และตาข่ายกันแมลง ติดตั้งด้านหลังหน้าากสามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้าากออก Duct Transition ที่ต่อเข้ากับ FAG/FAR ที่รับลมจากภายนอกอาคารโดยตรง (หรือในแบบอาจจะระบุเป็น FAL – Fresh Air Louver) จะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับขึ้นรูปโดยทำ Slope เทลงเข้าหา FAG/FAR เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม ทั้งนี้ FAG/FAR/FAL ต้องมี Filter ชนิด PF-1 ด้วยเสมอไม่ว่าจะกำหนดไว้ในแบบหรือไม่ก็ตาม โดยไม่คิดค่าใช้จ่ายเพิ่มจากเจ้าของโครงการ

8. Exhaust Air Grille/Exhaust Air Register (EAG/EAR)

หน้าากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Grille ทำด้วย Extruded Aluminium มีใบยึดแน่นกับหน้าากในแนวนอน ทำมุมประมาณ 45 องศา หน้าากลมระบายอากาศแบบ Exhaust Air Register มีลักษณะเหมือนกับหน้าาก Exhaust Air Grille พร้อมทั้งมี Opposed Blade Volume Damper ติดตั้งด้านหลังหน้าาก สามารถปรับแต่งปริมาณลมได้โดยไม่ต้องถอดหน้าากออก โดยเฉพาะ EAG/EAR (หรืออาจจะระบุเป็น EAL – Exhaust Air Louver) ที่ปล่อยลมออกนอกอาคาร โดยตรงจะต้องเป็นแบบกันฝน และจะต้องพับ Duct Transition ให้มี Slope เทลงเข้าหา EAG/EAR/EAL เสมอ เพื่อป้องกันน้ำไหลเข้าท่อลม

หมวดที่ 9 ระบบควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL SYSTEM)

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 ระบบควบคุมอัตโนมัติหมายถึงระบบควบคุมที่ใช้กับระบบการควบคุมอุณหภูมิของเครื่องปรับอากาศ (AUTOMATIC TEMPERATURE CONTROL) ระบบควบคุมสำหรับพัดลม ระบบควบคุมน้ำระบายความร้อน (CONDENSER WATER CONTROL) รวมไปถึงระบบอื่น ๆ ตามที่กำหนด ระบบควบคุมอัตโนมัตินี้รวมถึง อุปกรณ์ที่ใช้กับ แคมเปอร์ วาล์ว เทอร์โมสแตทรีเลย์ เพื่อใช้ในการควบคุมการทำงานของอุปกรณ์ต่าง ๆ ให้ได้ตามความมุ่งหมายที่แสดงไว้ในแบบและรายการ ไม่ว่าในแบบและรายการจะได้กำหนดอุปกรณ์ที่จำเป็นสำหรับการควบคุมการทำงานดังกล่าวไว้หรือไม่ก็ตาม
- 1.2 อุปกรณ์ควบคุมทั้งหมดต้องเป็นผลิตภัณฑ์จากผู้ผลิตรายเดียวกัน ซึ่งจะต้องมีตัวแทนจำหน่ายถาวรภายในประเทศ และมีอะไหล่ของอุปกรณ์พร้อมสำหรับการเปลี่ยนทดแทนได้ทันที
- 1.3 ให้ส่งรายละเอียดของอุปกรณ์ระบบควบคุมอัตโนมัติพร้อมทั้งรายการคำนวณ การเลือกอุปกรณ์ แบบแสดงแนวทางเดิน ขนาด และลักษณะการติดตั้งอุปกรณ์มาขอรับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงานก่อนการติดตั้ง
- 1.4 บุคลากรที่ใช้ในงานติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติต้องเป็นช่างฝีมือที่ได้รับการฝึกอบรมและมีประสบการณ์ ในการติดตั้งระบบควบคุมอัตโนมัติ ภายใต้ความควบคุมของผู้ชำนาญงานด้านนี้
- 1.5 สายไฟฟ้าที่ใช้สำหรับไฟควบคุมเป็นสายชนิด CVV 1.0 มม2, 60 OR 75C, 600 โวลท์ ยกเว้นสายไฟฟ้าที่ใช้เป็นสายส่งสัญญาณ ANALOG จะต้องใช้ชนิด SHIELD TWISTED PAIR ขนาด 1.0 MM2

2. ชนิดของระบบควบคุม

ระบบควบคุมอัตโนมัติจะต้องเป็นแบบ ELECTRONIC-ELECTRIC ซึ่งประกอบด้วยตัวตรวจจับ (SENSOR) และตัวควบคุม ส่วนมอเตอร์หรือ ACTUATOR เป็นแบบ ELECTRIC

3. ELECTRONIC SENSOR / CONTROLLER

- 3.1 SENSOR หรือ CONTROLLER จะต้องประกอบเป็นชุดเรียบร้อยมาจากโรงงาน ส่วนประกอบภายในต้องถอดเปลี่ยนและถอดตรวจสอบได้ง่าย และส่วนประกอบทั้งหมดต้องประกอบอยู่ใน HOUSING ที่เหมาะสม
- 3.2 สัญญาณที่ส่งออก TRANSMITTER เข้า CONTROLLER จะต้องเป็นสัญญาณมาตรฐาน 4-20 MA หรือ สัญญาณ DIGITAL ตามที่ระบุในแบบหรือตาราง POINT LIST
- 3.3 ผู้รับจ้างต้องจัดหาหม้อแปลงไฟฟ้าเพื่อจ่ายไฟฟ้าในระดับที่เหมาะสมกับอุปกรณ์ควบคุมที่ต่อเข้า
- 3.4 หม้อแปลงไฟฟ้าจะต้องต่อมาจากแผงสวิตช์ควบคุมที่อยู่ใกล้ที่สุด
- 3.5 ชุดควบคุมจะต้องสามารถต่อ และส่งข้อมูลได้โดยตรงกับระบบ CMS โดยใช้ PROTOCOL ชนิดเดียวกัน การส่งข้อมูลทำได้โดยตรง โดยไม่ต้องมี INTERFACE SOFTWARE ใด ๆ ทั้งสิ้น
4. อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิ (THERMOSTAT)

4.1 GENERAL THERMOSTAT

- 4.1.1 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดใหญ่เป็นแบบ ELECTRONIC SPACE TEMPERATURE TRANSMITTER (24V) ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิห้องต่าง ๆ
- 4.1.2 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กเป็นแบบ ELECTRONIC ROOM THERMOSTAT ต้องมีปุ่มปรับความเร็วพัดลม ได้ 3 ระดับ พร้อมทั้งมีปุ่มปรับอุณหภูมิและแสดงอุณหภูมิในชุดเดียวกัน
- 4.1.3 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบฝังในท่อ โดยปกติจะเป็นแบบ IMMERSION WITH OIL-FILLED SEPARABLE SOCKET ในการติดตั้งที่ SOCKET อยู่สูงจากพื้นเกินกว่า 1.50 เมตร (5 ฟุต) กระเปาะของเทอร์โมสตัทจะต้องเป็นแบบ REMOTE TYPE WITH OIL-FILLED SEPARABLE SOCKET และ ส่วนของ SENSING TUBE ที่ยื่นออกมาสัมผัสกับอากาศภายนอกจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางเพื่อป้องกันการเกิดการกลั่นตัว CONDENSATION
- 4.1.4 SUPPLY AIR TEMPERATURE CONTROLLER เป็นแบบ PROPORTIONAL LOW VOLTAGE (24V) พร้อมกับ REMOTE SENSING BULB ติดตั้งบนท่อลมสำหรับวัดอุณหภูมิลมเย็นเพื่อเปิด-ปิดวาล์วน้ำเย็น สำหรับเครื่องส่งลมเย็นที่ใช้ประกอบกับชุด VAV TERMINAL UNIT SENSING BULB ต้องมีโครงยึดกับท่อลมอย่างแน่นหนาที่ตัว CONTROLLER มีปุ่มปรับอุณหภูมิในช่วงปริมาณ 0-38C (32-100F)
- 4.1.5 หม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟให้กับชุดควบคุมจะต้องมี AMPERE CAPACITY เพียงพอเพื่อสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่ 125% อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หม้อแปลงสำหรับชุดควบคุมจะต้องเป็นแบบ OPEN TYPE WITH SCREW TYPE TERMINALS
- 4.2 NETWORK THERMOSTAT
- 4.2.1 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กและใหญ่เป็นแบบ ELECTRONIC SPACE TEMPERATURE TRANSMITTER (24V) ใช้สำหรับควบคุมอุณหภูมิห้องต่าง ๆ
- 4.2.2 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิสำหรับเครื่องเป่าลมเย็นขนาดเล็กเป็นแบบ ELECTRONIC ROOM THERMOSTAT ต้องมีปุ่มปรับความเร็วพัดลม ได้ 3 ระดับ พร้อมทั้งมีปุ่มปรับอุณหภูมิและแสดงอุณหภูมิในชุดเดียวกัน
- 4.2.3 อุปกรณ์ควบคุมอุณหภูมิแบบฝังในท่อ โดยปกติจะเป็นแบบ IMMERSION WITH OIL-FILLED SEPARABLE SOCKET ในการติดตั้งที่ SOCKET อยู่สูงจากพื้นเกินกว่า 1.50 เมตร (5 ฟุต) กระเปาะของเทอร์โมสตัทจะต้องเป็นแบบ REMOTE TYPE WITH OIL-FILLED SEPARABLE SOCKET และ ส่วนของ SENSING TUBE ที่ยื่นออกมาสัมผัสกับอากาศภายนอกจะต้องหุ้มด้วยฉนวนยางเพื่อป้องกันการเกิดการกลั่นตัว CONDENSATION
- 4.2.4 SUPPLY AIR TEMPERATURE CONTROLLER เป็นแบบ PROPORTIONAL LOW VOLTAGE (24V) พร้อมกับ REMOTE SENSING BULB ติดตั้งบนท่อลมสำหรับวัดอุณหภูมิลมเย็นเพื่อเปิด-ปิดวาล์วน้ำเย็น มีปุ่มปรับอุณหภูมิในช่วงปริมาณ 0-38C (32-100F)
- 4.2.5 หม้อแปลงสำหรับจ่ายไฟให้กับชุดควบคุมจะต้องมี AMPERE CAPACITY เพียงพอเพื่อสามารถทำงานอย่างต่อเนื่องที่ 125% อย่างน้อย 1 ชั่วโมง หม้อแปลงสำหรับชุดควบคุมจะต้องเป็นแบบ OPEN TYPE WITH SCREW TYPE TERMINALS
- 4.2.6 เป็นแบบ TOUCH SCREEN เพื่อ ง่ายต่อการใช้งาน อีกทั้ง มี FUNCTION ล็อคปุ่มกดเพื่อมิให้มีการปรับเพิ่มเติม และมีความต้องการ การควบคุมการทำงานดังนี้
- ก. มี ROOM TEMPERATURE SENSOR ในตัว และตั้งค่า SETPOINT ได้ ช่วงการตั้งค่า SETPOINT มีปุ่มปรับอุณหภูมิในช่วงปริมาณ 0-38C (32-100F)

- ข. สามารถทำCONTROL VALVEได้ทั้ง MODULATE และ ON/OFF (ให้ดูที่แบบของ VALVE) และทำโหมด VENTILATION ได้ (LOCK การควบคุม VALVEให้ปิด)
- ค. สามารถตรวจสอบการทำงานของเครื่องปรับอากาศ (STATUS) ได้
- ง. สามารถตรวจสอบตำแหน่งการทำงานของอุปกรณ์ (ON-OFF) ได้
- จ. สามารถกำหนดเลือกโหมดการทำงาน BAS หรือ LOCAL ได้

4.2.7 ในกรณีเมื่อไฟดับตัวเครื่องสามารถจดจำค่าหรือคำสั่งการใช้งานสุดท้ายของการใช้งานได้

4.2.8 สามารถต่อกับระบบ BAS ตามมาตรฐาน BACNET (BTL) แบบ MS/TP (RS485) โดยตัว GATEWAY ให้อยู่ใน SCOPE ของ ระบบ BAS และระบบ BAS สามารถควบคุมการทำงานได้ทุกอย่างเหมือนในโหมด STANDALONE เช่น ตั้งค่า SETPOINT, สั่งปรับระดับความเร็วของพัดลม และ สั่งการทำงานของ VALVE และหรือกำหนดให้เป็นโหมด BAS หรือ LOCAL (ที่ตัว NETWORK THERMOSTAT) ทำงานพร้อมกันหรือเลือกโหมดอย่างใดอย่างหนึ่งได้ รวมถึงสามารถตั้ง SCHEDULE การทำงานจากระบบ BAS ได้ รวมทั้งสามารถทำ ALARM ของ อุณหภูมิ กรณีค่าสูงหรือต่ำกว่า LIMIT ได้ (ขึ้นอยู่กับความต้องการของเจ้าของโครงการ)

4.2.9 ใช้ POWER SUPPLY 24 VAC ใช้สาย MULTICORE ส่วน สายLOOP ใช้สัญญาณ TWISTED PAIR ขนาด22-18 AWG (ห้ามต่อเกิน 100 ตัวต่อ 1 LOOP หรือตามข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์)

5. ELECTRIC ACTUATOR/MOTOR

- 5.1 แรงดันไฟฟ้าที่ใช้จะต้องเป็นแบบ 230 โวลต์ หรือ 24 โวลต์ ตามที่ระบุในแบบ
- 5.2 มอเตอร์ของวาล์วจะต้องเป็นแบบ PROPORTIONAL และจะต้องไม่เกิดเสียงขณะใช้งาน
- 5.3 ในลักษณะการใช้งานที่เป็น “FAIL SAFE” มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ ELECTRIC RETURN โดยให้จัดทำ WIRING CONTROL DIAGRAM มาขออนุมัติก่อนการติดตั้งทุกครั้ง เพื่อให้มอเตอร์กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นเมื่อตอนไม่มีไฟเข้า อาจจะ เป็นแบบ NORMALLY OPEN หรือ NORMALLY CLOSED ขึ้นอยู่กับข้อกำหนดที่ระบุในแบบ
- 5.4 ความเร็วในการทำงานของมอเตอร์ของวาล์ว จะต้องเลือกหรือปรับแต่งให้เหมาะสมกับ CONTROLLER เพื่อไม่ให้เกิดการ HUNTING เมื่อเกิด LOAD VARIATION
- 5.5 การเลือกมอเตอร์ของวาล์วจะต้องให้สามารถส่งแรงบิด (TORQUE) ได้ไม่น้อยกว่า 2 เท่าของแรงบิดใช้งาน
- 5.6 มอเตอร์จะต้องยังคงทำงานได้ในกรณีที่แรงดันไฟฟ้าแปรเปลี่ยนระหว่าง + 5 เปอร์เซ็นต์
- 5.7 มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ HYDRAULIC หรือ GEAR
- 5.8 มอเตอร์แบบ 2 POSITION จะต้องเป็นแบบ SINGLE DIRECTION SPRING RETURN หรือ ELECTRIC RETURN
- 5.9 มอเตอร์แบบ PROPORTIONAL จะต้องเป็นแบบ REVERSING SHADED POLE หรือ CAPACITOR INDUCTION TYPE สามารถที่จะหยุดหรือสตาร์ทที่ตำแหน่งใดก็ได้ มอเตอร์แบบ REVERSING และ PROPORTIONAL จะต้อง มี LIMIT SWITCH เพื่อให้มอเตอร์กลับทางเมื่อถึง LIMIT SWITCH

6. วาล์วควบคุมอัตโนมัติ (AUTOMATIC CONTROL VALVES)

- 6.1 วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. PRESSURE RATING) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว)ตามการประยุกต์ใช้งานที่ระบุไว้ในแบบและรายการ โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. PRESSURE RATING) จากผู้ผลิต

6.2 วาล์วควบคุมแบบ PROPORTIONAL จะต้องถูกเลือกขนาดสำหรับการใช้งานที่ FLOW RATE ที่กำหนดโดยให้ค่าความดันลดคร่อมวาล์วอยู่ระหว่าง 35 กิโลปาสกาล (12-ฟุต น้ำ) ถึง 60 กิโลปาสกาล (20-ฟุตน้ำ) และวาล์วควบคุมแบบ ON-OFF จะต้องถูกเลือกขนาดสำหรับการใช้งานที่ FLOW RATE ที่กำหนดโดยให้ค่าความดันลดคร่อมวาล์วไม่เกิน 35 กิโลปาสกาล (12-ฟุต น้ำ)

6.3 ชนิดของวาล์วควบคุมจะต้องเป็นไปตามข้อกำหนดต่อไปนี้

6.3.1 2-Way Pressure Independent Control Valve

ก ความต้องการทั่วไป

- ผู้รับจ้างต้องจัดหาและติดตั้งวาล์วซึ่งประกอบด้วย Differential Pressure Regulator, Balancing Valve และ Control Valve ในตัววาล์วเดียวกัน และต้องติดตั้งถูกต้องทั้งทางด้านเทคนิคและตำแหน่งติดตั้งตามแบบ
- วาล์วต้องเป็นแบบ Electronic, Modulating, 2-way control device
- วาล์วต้องสามารถควบคุมอัตราการไหลได้อย่างแม่นยำ แม้ความดันตกคร่อมตัววาล์วมีการเปลี่ยนแปลงอยู่ในช่วง 60-320 kPa มีช่องเสียบวัดค่า (Measuring Nipple) สามารถวัดค่าความดันที่แตกต่างกัน (Differential Pressure) อัตราการไหล (Flow rate) และ อุณหภูมิ (Temperature) จะต้องมาพร้อมกับตัวเรือน วาล์ว จากโรงงานผู้ผลิต และสามารถปิดช่องเสียบวัดค่าให้สนิทได้ การวัดค่าอัตราการไหล โดยตรงจากวาล์วต้องสามารถทำได้จากเครื่องมือวัดและปรับสมดุลแบบคอมพิวเตอร์โดยมีความ คลาดเคลื่อนของค่าอัตราการไหล (Accuracy) ไม่เกิน $\pm 5\%$ ขณะที่วาล์วเปิดเต็มที่
- ให้ใช้วาล์วแบบ On/Off กับ Fan Coil Unit และ Valve แบบ Modulating Proportional ใช้กับ Air Handling Unit หรือตามที่ระบุในตารางอุปกรณ์
- ผู้แทนจำหน่าย จะต้องส่งรายการคำนวณระบบไฮดรอนิกส์ (Hydronics) ให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติ โดยรายละเอียดจะต้องระบุ แรงดันตกคร่อมตัววาล์วและการ ปรับตั้งค่าวาล์วก่อนการติดตั้ง (Pre-Setting) นำค่ามาปรับการตั้ง วาล์วก่อนการติดตั้ง และทำการติดป้าย (TAG) ที่วาล์วตามตำแหน่งก่อนการติดตั้ง เพื่อให้มั่นใจว่า วาล์วทั้งหมด สามารถปรับสมดุลย์น้ำของระบบทั้งหมดอย่างถูกต้อง
- ผู้จัดจำหน่ายจะต้องจัดส่งพนักงานเข้ามาทำการตรวจวัดอัตราการไหลของวาล์วทุกตัว และส่งผล Test Commissioning เป็นรายงาน เพื่อส่งมอบ หลังจากเสร็จสิ้นโครงการ

ข วาล์ว

- ตัววาล์วทำด้วย Forge Brass Dezincification resistant brass หรือ Bronze หรือ Ductile Iron Cast Iron หรือที่เทียบเท่ากันหมุน (spindle) ทำจากสแตนเลส วาล์วต้องสามารถทนแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) ได้ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) โดยจะต้องผ่านการทดสอบแรงดันที่ 1.5 เท่าของแรงดันใช้งาน (W.O.G. Pressure Rating) จากผู้ผลิต
- วาล์วจะต้องมีจุดแรงดันตกคร่อมที่ตัววาล์ว (Differential Pressure Port) เพื่อใช้ในการตรวจวัดโดยสะดวก และตัววาล์วเป็นวาล์วชนิด Globe Type เพื่อให้สามารถควบคุมอัตราการไหลได้แม่นยำ เพื่อที่จะสามารถควบคุมลักษณะการไหลแบบ EQM plug characteristic ระหว่าง ระยะยกของวาล์ว (Valve Lift) กับ อัตราการไหล (Flow) เพื่อควบคุมอัตราการไหลของน้ำให้ เหมาะสมกับ FCU/AHU ในทุกสภาวะของโหลดที่เปลี่ยนไป การควบคุมแบบเปิดสุด / ปิดสุด หรือแบบเปิดหรือ (On / Off & Modulating Proportional) แกนปลั๊กวาล์วปรับสมดุลน้ำจะต้องมีการ ปรับเปลี่ยนในลักษณะแบบเชิงเส้น (Linear Characteristic)
- Close of pressure ของวาล์วต้องเท่ากับ Working pressure เพื่อให้แน่ใจว่าสามารถปิดวาล์วได้สนิทแรงดันขณะปิดได้ไม่น้อยกว่า 400 Kpa (Close off Pressure)

- วาล์วจะถูกติดตั้งโดยอ้างอิงการปรับค่าสัมประสิทธิ์ของวาล์ว (Kv) ตามอัตราการไหลตามแบบของ โครงการโดย ตัววาล์วที่มีที่ปิดปรับรอบแสดงเป็นตัวเลข เพื่อปรับค่า Kv แบบมือหมุน และสามารถ ปรับค่าได้ไม่น้อยกว่า 10 ตำแหน่ง เพื่อ ความละเอียดในการปรับ
- สามารถติดตั้งวาล์วได้ทุกทิศทาง เพื่อความสะดวกในการติดตั้งโดยต้องคำนึงถึงการเข้าซ่อมบำรุงหรือไม่ทำให้เกิด น้ำหยดจนทำให้ระบบไฟฟ้าภายในชุดหัวขับได้รับความเสียหาย

ค ชุดควบคุมการไหล

- วาล์วจะต้องได้รับการออกแบบให้ควบคุมการไหลโดยที่อัตราการไหลจะต้องมีความคลาดเคลื่อนอยู่ในช่วง ☐ 5% ตลอดช่วงค่าความดันตกคร่อมของวาล์วแต่ละชุด
- ชุดควบคุมการไหลต้องติดตั้งในที่ซึ่งสามารถเข้าถึงได้โดยสะดวกเพื่อการบำรุงรักษา
- คอนโทรลวาล์วจะต้องถูกเลือกให้เหมาะสมกับหัวขับมอเตอร์ที่สำคัญจะต้องสามารถทนผลต่าง แรงดันขณะปิดได้ ไม่น้อยกว่า 400 Kpa (Close off Pressure)

ง Valve actuator

- Power supply สำหรับ Actuator ต้องเป็น 24V AC หรือ 220 VAC และหัวขับ (Actuator) กันน้ำระดับ IP54 หรือ สูงกว่า
- Actuator ต้องสามารถรับสัญญาณควบคุมแบบ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC และสามารถส่งสัญญาณกลับ (Feedback Signal) ในงานที่ต้องการสัญญาณกลับ ไปยังระบบควบคุมอาคารแบบอัตโนมัติ โดยเป็นสัญญาณ 4-20 mA หรือ 0-10 VDC
- ในลักษณะการใช้งานที่เป็น “Fail Safe” มอเตอร์จะต้องเป็นแบบ Electric Return หรือ Spring Return โดยให้ จัดทำ Wiring Control Diagram มาขออนุมัติก่อนการติดตั้งทุกครั้ง เพื่อให้มอเตอร์กลับสู่ตำแหน่งเริ่มต้นเมื่อตอนไม่มีไฟ เข้าอาจจะเป็นแบบ Normally Open หรือ Normally Closed ขึ้นอยู่กับข้อ กำหนดที่ระบุในแบบ
- ชุดหัวขับ สำหรับสั่งงานชุด Valve ให้เปิด หรือ ปิด ตาม Room Thermostat หรือระบบควบคุม ส่วนกลาง (BAS)
- สามารถติดตั้งวาล์วได้ทุกทิศทาง เพื่อความสะดวกในการติดตั้งโดยต้องคำนึงถึงการเข้าซ่อมบำรุงหรือไม่ทำให้เกิด น้ำหยดจนทำให้ระบบไฟฟ้าภายในชุดหัวขับได้รับความเสียหาย

หมวดที่ 10 การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 เครื่องจักรอุปกรณ์หรือวัสดุใดๆที่ได้ผ่านการป้องกันการผุกร่อนและทาสีจากโรงงานผู้ผลิตมาแล้วหากตรวจพบว่า มีรอยถลอกขีดข่วนรอยคราบสนิมจับและอื่นๆ ผู้รับจ้างต้องทำการซ่อมแซมขัดถูและทาสีให้เรียบร้อยโดยได้รับความเห็นชอบจากผู้ควบคุมงาน
- 1.2 ผู้ควบคุมงานต้องสุ่มทดสอบการทาสีของเครื่องจักรหรืออุปกรณ์ประกอบต่อเพื่อตรวจสอบคุณภาพของโครงการ
- 1.3 ในผิวนานโลหะทุกชนิดก่อนนำเข้าไปติดตั้งในหน่วยงานต้องผ่านกรรมวิธีการป้องกันการผุกร่อนและ/หรือการทาสีตามที่ระบุไว้ในข้อกำหนดนี้
- 1.4 ในระหว่างการทาสีใดๆก็ตามผู้รับจ้างต้องหาวิธีป้องกันมิให้สีหยดลงบนพื้นผนังและอุปกรณ์ใกล้เคียงอื่นๆ หากเกิดการหยดเปื้อนต้องทำความสะอาดทันที ผลเสียหายใดๆที่เกิดขึ้นต้องอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น ในการทาสีท่อและที่แขวนท่อจะต้องทาสีโดยใช้สีและชนิดของสีตามรหัสสีและสัญลักษณ์
- 1.5 วิธีการทาสีต้องปฏิบัติตามคำแนะนำของบริษัทผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด หากมีข้อมูลไม่เพียงพอต้องประสานงานเพื่อขอข้อมูลการทำงานให้เพียงพอ

2. ตารางการใช้ประเภทสี

2.1 ขนาดการทาสีและจำนวนชั้นการทาสีกำหนดดังนี้

ผิววัสดุ	การทาสีบริเวณทั่วไป	การทาสีบริเวณที่มีความชื้นสูง หรือบริเวณที่มีการกัดกร่อนสูง
- BLACK STEEL PIPE - BLACK STEEL HANGER AND SUPPORT - BLACK STEEL SHEET - SWITCHBOARD, PANEL	- ชั้นที่ 1 Red Lead Primer - ชั้นที่ 2 Red Lead Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	- ชั้นที่ 1 Epoxy Red Lead Primer - ชั้นที่ 2 Epoxy Red Lead Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- GALVANIZED STEEL PIPE - GALVANIZED STEEL HANGER AND SUPPORT - GALVANIZED STEEL SHEET ในกรณีที่ไม้ได้ระบุรหัสสีให้ใช้สีทับหน้าเป็นสีอลูมิเนียม	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 Zinc Chromate Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Alkyd	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 Epoxy Chromate Primer - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Epoxy - ชั้นที่ 4 สีทับหน้า Epoxy
- PVC PIPE - PLASTIC PIPE	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า	- ชั้นที่ 1 Wash Primer - ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Chlorinated Rubber - ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Chlorinated Rubber

	Chlorinated Rubber	
- CAST-IRON PIPE (รวมท่อเดินใต้ดิน)	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy	ชั้นที่ 1 Coal Tar Epoxy ชั้นที่ 2 Coal Tar Epoxy
- COPPER TUBE - STAINLESS STEEL PIPE - STAINLESS STEEL SHEET - ALUMINIUM STEEL PIPE - ALUMINIUM STEEL SHEET - LIGHT ALLOY - LEAD - CONDUIT CLAMP	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd	ชั้นที่ 1 Wash Primer ชั้นที่ 2 สีทับหน้า Alkyd ชั้นที่ 3 สีทับหน้า Alkyd
- CLOSED CELL FOAM - PLASTIC ใช้แถบสีแสดงรหัสสี		

หมายเหตุ: ให้ใช้สีรองพื้นจำพวก ZINC RICH PRIMER ก่อนลงสีทับหน้าในกรณีที่มีการซ่อมสีเนื่องจากการเชื่อม การตัดการเจาะการขีดหรือการทำเกลียว

3. รหัสสีและสีสัญลักษณ์

3.1 ขนาดแถบรหัสสี (เฉพาะท่อที่หุ้มฉนวน) และตัวอักษรกำหนดดังนี้

ขนาดท่อใช้งาน	ความกว้างของแถบสี	ขนาดตัวอักษร
20 - 32 (3/4 - 1 1/4) มม. (นิ้ว)	200 (8) มม. (นิ้ว)	12 (1/2) มม. (นิ้ว)
40 - 50 (1 1/2 - 2) มม. (นิ้ว)	200 (8) มม. (นิ้ว)	20 (3/4) มม. (นิ้ว)
65 - 150 (2 1/2 - 6) มม. (นิ้ว)	300 (12) มม. (นิ้ว)	32 (1 1/4) มม. (นิ้ว)
200 - 250 (8 - 10) มม. (นิ้ว)	300 (12) มม. (นิ้ว)	65 (2 1/2) มม. (นิ้ว)
300 - มากกว่า (12 - มากกว่า) มม. (นิ้ว)	500 (20) มม. (นิ้ว)	90 (4) มม. (นิ้ว)

หมายเหตุ : การทาสีทับหน้าแสดงรหัสสีให้ทาสีตลอดทั้งเส้นท่อยกเว้นถ้าท่อนั้นมีการหุ้มฉนวนให้ทาเฉพาะสีรองพื้นเท่านั้น ในระบบไฟฟ้าให้แสดงรหัสสีเฉพาะตรงที่ CLAMP ของท่อร้อยสายและฝาครอบกล่องต่อสายเท่านั้นและภายในกลุ่ม

3.2 ระยะของแถบรหัสสีอักษรสัญลักษณ์และสัญลักษณ์ลูกศรแสดงทิศทางกำหนดเป็นดังนี้

3.2.1 ทุกๆระยะไม่เกิน 6 เมตร (20 ฟุต) ของท่อในแนวตรง

- 3.2.2 ใกล้เคียงตำแหน่งวาล์วทุกตัว
- 3.2.3 เมื่อมีการเปลี่ยนทิศทางและ/หรือมีท่อแยก
- 3.2.4 เมื่อท่อผ่านกำแพงหรือทะลุพื้น
- 3.2.5 บริเวณช่องเปิดบริการ
- 3.2.6 ถ้าท่อที่หุ้มฉนวนนั้นทาสีที่ฉนวนทั้งเส้นท่อหรือท่อที่ไม่ต้องหุ้มฉนวนให้ใช้ขนาดและระยะของตัวอักษรสัญลักษณ์ พร้อมลูกศรแสดงทิศทาง

4. ตารางแสดงรหัสสีและสัญลักษณ์

รายละเอียด	รหัสสี	สัญลักษณ์	ตัวอักษร
Chilled Water Supply			
Chilled Water Return			
	เขียว	ขาว	CHS
Condenser Water Supply			
Condenser Water Return			
CDR	ส้ม	ขาว	CDS
ท่อ-ราง สายไฟฟ้ากำลังปกติ	แดง	ดำ	N
ท่อ-ราง สายไฟฟ้าฉุกเฉิน	เหลือง	แดง	E
ท่อ-ราง สายไฟฟ้าควบคุมระบบปรับ			
อากาศ และระบบระบายอากาศ	ฟ้า	ฟ้า	AC
อุปกรณ์แขวน ยึด และรองรับท่อทั้งหมด	เทาเข้ม	-	-
Distribution Board & Motor Control			
Board ระบบไฟฟ้าปกติ	งาช้าง	ดำ	-
Distribution Board & Motor Control			
Board ระบบไฟฟ้าฉุกเฉิน	งาช้าง	แดง	-

หมายเหตุ: ท่อที่มีได้ระบุรหัสสีให้ใช้ประเภทหรือชนิดของสีตามตารางข้อ 4 ส่วนรหัสของสีทับหน้าให้เป็นไปตามสีของอาคารในบริเวณที่ท่อนั้นติดตั้งอยู่

5. ขั้นตอนการเตรียมและการทำความสะอาดพื้นผิวก่อนทาสี

5.1 พื้นผิวโลหะที่เป็นเหล็กหรือโลหะที่มีส่วนผสมของเหล็ก

5.1.1 ให้ใช้เครื่องขัดสนิมตามรอยต่อเชื่อมและตำแหน่งต่างๆ จากนั้นใช้แปรงลวดหรือกระดาษทรายขัดผิวงานให้เรียบและปราศจากสนิม หรืออาจใช้วิธีพ่นทรายเพื่อกำจัดคราบสนิมและเศษวัตถุแปลกปลอมออก จากนั้นจึงทำความสะอาดผิวงาน

ไม่ให้มีคราบไขมันหรือน้ำมันเคลือบผิวหลงเหลืออยู่ โดยใช้น้ำมันประเภทระเหยไว (VOLATILE SOLVENT) เช่น ทินเนอร์ หรือน้ำมันก๊าด เช็ดถูหลายๆครั้ง แล้วใช้น้ำสะอาดล้างอีกครั้งหนึ่งจนผิวงานสะอาด พร้อมกับเช็ดหรือเป่าลมให้แห้งสนิท จึง ทาสีรองพื้นตามคำแนะนำของผู้ผลิตสีโดยเคร่งครัด

5.1.2 ในกรณีที่ผิวงานนั้นเคยถูกทาสีมาก่อนต้องขูดสีเดิมออกก่อนจึงเริ่มทำตามกรรมวิธีดังกล่าวข้างต้น

5.2 พื้นผิวโลหะที่ไม่มีส่วนผสมของเหล็ก ให้ทำความสะอาดโดยใช้กระดาษทรายแล้วเช็ดด้วยน้ำมันสน ห้ามใช้เครื่อง ขัดหรือแปรงลวดโดยเด็ดขาดแล้วจึงทาสีรองพื้น

5.3 พื้นผิวสังกะสีและเหล็กที่เคลือบสังกะสีให้ใช้น้ำยาเช็ดถูเพื่อขจัดคราบไขมันและฝุ่นออกก่อนทาสีรองพื้น

5.4 พื้นผิวทองแดงตะกั่วพลาสติกทองเหลืองให้ขัดด้วยกระดาษทรายก่อนแล้วใช้น้ำยาเช็ดถูกำจัดฝุ่นก่อนทาสีรองพื้น

6. ขั้นตอนการเตรียมการทาหรือพ่นสี

6.1 ในการทาสีแต่ละชั้นต้องให้สีที่ทาไปแล้วแห้งสนิทก่อนจึงให้ทาสีชั้นต่อไปได้

6.2 สีที่ใช้ทาประกอบด้วยสี 2 ส่วนคือ

6.2.1 สีรองพื้นใช้สำหรับป้องกันสนิมและ/หรือเพื่อให้ยึดเกาะระหว่างสีทับหน้ากับผิวงาน

6.2.2 สีทับหน้าใช้สำหรับเป็นสีเคลือบชั้นสุดท้ายเพื่อใช้เป็นการแสดงรหัสของระบบต่างๆชนิดสีที่ใช้ขึ้นอยู่กับสภาวะแวดล้อม

หมวดที่ 11 วัสดุป้องกันไฟและควันลาม

1. ความต้องการทั่วไป

วัสดุป้องกันไฟและควันลามนี้ ต้องมีคุณสมบัติตามข้อกำหนดของ NEC หัวข้อ 300-21 และ ASTM การใช้วัสดุป้องกันไฟและควันลามให้พิจารณาใช้กับผนังกันไฟหรือผนังห้องกันเสียง และถ้าไม่ได้ระบุเป็นอย่างอื่นผู้รับจ้างจะต้องติดตั้งลิ้นกันไฟ (FIRE DAMPER) ตามบริเวณที่ท่อลมทะลุผ่านผนังกันไฟทุกจุด และจะต้องติดตั้ง COVER หรือ ESCUTCHEON PLATE บริเวณจุดที่ทะลุผ่านที่ปรากฏแก่สายตาทุกจุด และให้อยู่ในความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน ข้อกำหนดนี้ยังครอบคลุมไปถึงท่อร้อยสายไฟสายไฟฟ้าและ RACEWAY ที่ติดตั้งในช่องท่อหรือช่องเปิดบนพื้นต่างๆช่องเปิดที่เหลื่อ หลังการติดตั้งระบบเรียบร้อยแล้วจะต้องถูกปิดด้วยวัสดุที่กล่าวข้างต้นที่มีความสามารถกันไฟได้ไม่น้อยกว่า 2 ชั่วโมง

2. การติดตั้ง

- 2.1 ให้ติดตั้งอุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามตามตำแหน่งต่างๆดังต่อไปนี้
 - 2.1.1 ช่องเปิดทุกช่องไม่ว่าจะอยู่ที่ใดของผนังพื้นหรือคานและขาฟท์ท่อต่างๆซึ่งได้เตรียมไว้สำหรับการใช้งานติดตั้งระบบท่อหลังจากที่ได้ติดตั้งท่อไปแล้วและมีช่องว่างเหลืออยู่ระหว่างท่อกับแผ่นปิดช่องท่อ
 - 2.1.2 ช่องเปิดหรือช่องลอด (BLOCKOUT OR SLEEVE) ที่เตรียมการไว้สำหรับติดตั้งระบบท่อในอนาคต
 - 2.1.3 ช่องเปิดหรือช่องลอด (BLOCKOUT OR SLEEVE) ที่ใช้สายไฟฟ้าหรือท่อร้อยสายไฟฟ้าที่มีช่องว่างอยู่แม้เพียงช่องเล็กน้อยก็ตาม
 - 2.1.4 ภายในท่อที่วางทะลุพื้นคอนกรีตผนังคอนกรีตซึ่งเป็นผนังทนไฟเพื่อป้องกันไฟและควันลามตามท่อ
- 2.2 อุปกรณ์หรือวัสดุที่ใช้ป้องกันไฟและควันลามต้องเป็นอุปกรณ์หรือวัสดุที่ UL รับรอง
- 2.3 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องป้องกันไฟได้อย่างน้อย 2 ชั่วโมง
- 2.4 อุปกรณ์หรือวัสดุดังกล่าวต้องไม่เป็นพิษหรือหยุดลามไฟขณะติดตั้งหรือขณะเกิดเพลิงไหม้
- 2.5 สามารถถอดออกได้ง่ายในกรณีที่มีการเปลี่ยนแปลงแก้ไข
- 2.6 ทนต่อการสั่นสะเทือนได้ดี ไม่มีการแตกหักง่าย
- 2.7 อุปกรณ์หรือวัสดุป้องกันไฟและควันลามต้องมีความแข็งแรงไม่ว่าก่อนหรือหลังเพลิงไหม้
- 2.8 อุปกรณ์หรือวัสดุที่จะนำมาใช้ต้องได้รับอนุมัติก่อนการติดตั้งการใช้งานโดยให้ผู้รับจ้างทำรายการเสนอเพื่อการอนุมัติของ

หมายเหตุ : ผู้รับจ้างต้องเสนอกรรมวิธีการติดตั้งเพื่อขออนุมัติก่อนและ จะต้องเป็นไปตามมาตรฐาน NFPA 90A และ

UL STANDARD 181บริเวณที่ติดตั้งจะต้องทำมีช่องเปิด (ACCESS DOOR) เพื่อซ่อมบำรุงโดยเสนอมาตรฐานและข้อมูลทางเทคนิคที่รองรับ รวมถึง SHOP DRAWING วิธีการติดตั้งผลิตภัณฑ์เพื่อให้ผู้ออกแบบพิจารณา

หมวดที่ 12 การทำความสะอาด การทดสอบอุปกรณ์ การปรับแต่งระบบ

1. การทำความสะอาด

1.1 ความต้องการทั่วไป

ผู้รับจ้างจะต้องทำการทำความสะอาดอุปกรณ์ เครื่องจักรอุปกรณ์ประกอบอื่นๆ ก่อนทำการทดสอบปริมาณลมหรือหารทดสอบระบบท่อน้ำ หากพบกัวาระหว่างการทำความสะอาดตรวจสอบพบว่ามีอุปกรณ์ เครื่องจักร หรืออุปกรณ์ประกอบอื่นๆเสียหายให้ผู้รับจ้างทำการเปลี่ยนให้อยู่ในสภาพพร้อมใช้งานและทดสอบ โดยผู้ควบคุมงานต้องตรวจสอบความเรียบร้อยอีกครั้งเพื่อป้องกันการเสียหายของอุปกรณ์ระหว่างการทดสอบจริง

1.2 การทำความสะอาดท่อลม

1.2.1 ในระหว่างการติดตั้ง ผู้รับจ้างต้องระวังป้องกันไม่ให้มีเศษขนวน เศษไม้และขยะต่างๆ ตกค้างอยู่ในระบบท่อลม

1.2.2 ก่อนที่จะมีการติดตั้งฝาเพดาน ผู้รับจ้างจะต้องใช้พัดลมขนาดเล็ก (Portable Fan) หรือพัดลมของเครื่องปรับอากาศเป่าลมทำความสะอาดภายในท่อลมใช้เครื่องดูดฝุ่น หรืออุปกรณ์ที่สามารถขับเศษฝุ่น ผงออกจากท่อลมให้หมด

1.2.3 ในกรณีที่ใช้พัดลมของเครื่องปรับอากาศ จะต้องติดตั้งแผงกรองอากาศเขาไวด้วยหลังจากการทำความสะอาด

1.2.4 การทำความสะอาดระบบท่อลม ผู้รับจ้างจะต้องจัดหา และติดตั้งแผงกรองอากาศชุดใหม่ให้กับเจ้าของโครงการ กรณีเกิดความเสียหายหรือไม่สามารถใช้งานได้

1.2.5 กรณีเป็นท่อลมชนิด PID ให้มีการเก็บรักษาและทำความสะอาดก่อนนำมาตัดขึ้นรูปโดยก่อนทำการตัดขึ้นรูปนั้น แผ่นท่อลมต้องไม่มีรอยฉีกขาดหรือมีรอยที่ไม่เป็นปัญหาในการทำการประกอบท่อลม โดยทั้งนี้ให้อยู่ในการพิจารณาของผู้ควบคุมงาน

1.3 การทำความสะอาดท่อน้ำ

1.3.1 ระหว่างการติดตั้งท่อน้ำข้อต่อต้องทำความสะอาดโดยไล่สิ่งสกปรกภายในออกให้หมด

1.3.2 ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่นสิ่งสกปรกและสนิมโดยเก็บรักษาที่สูงจากพื้นและปิดปลายท่อทั้งสองด้านมาจากโรงงาน

1.3.3 กรณีเป็นท่อน้ำยาให้ท่อที่เก็บไว้ในบริเวณหน่วยงานต้องได้รับการป้องกันฝุ่นสิ่งสกปรกท่อทางเดินสารความเย็นทุกชนิดต้องปิดปลาย (Sealed) อย่างดี เพื่อป้องกันฝุ่นละอองและความชื้นจากอากาศ

2. การทดสอบอุปกรณ์

2.1 ความต้องการทั่วไป

2.1.1 การทดสอบจะต้องทำในกรณีที่ผู้ควบคุมงานหรือตัวแทนของผู้ว่าจ้าง/เจ้าของโครงการร่วมอยู่ด้วย ผู้รับจ้างจะต้องจัดเวลาและเตรียมวิศวกรของผู้รับจ้างซึ่งจะเป็นผู้ทดสอบไว้ให้พร้อมทั้งสิ้น ผู้รับจ้างจะต้องเสนอแบบฟอร์มเพื่อ START-UP และทดสอบมาให้ผู้ควบคุมงานอนุมัติก่อนจะทำการทดสอบจริง

2.1.2 ผิวส่วนที่เป็นโลหะของวัสดุ และอุปกรณ์ทุกชนิด จะต้องทาหรือพ่นสีซึ่งอาจจำแนกได้ดังนี้

- ก. การพ่นสีเสร็จเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน (Factory Painting) ชิ้นส่วน และอุปกรณ์ทุกชนิดตาม
- ข. มาตรฐานของผู้ผลิต จะต้องพ่นสีเสร็จเรียบร้อยแล้วจากโรงงาน
- ค. ผิวส่วนใดที่เสียหายหรือบุบจะตอชอม และตบแต่งให้สวยงามเข้ากับสีเดิม

2.1.3 การพ่นสีหรือทาสีในสถานที่ติดตั้ง (Field Painting) ผิวของวัสดุและอุปกรณ์ต่อไปนี้ จะต้องได้รับการพ่น หรือ ทาสี

- ก. ที่รองรับที่ประกอบขึ้นเอง (Shop Fabricated Supports)
- ข. ที่แขวนทอลม
- ค. ที่รอง และแขวนทอ
- ง. วาล์วต่าง ๆ และ
- จ. ท่อร้อยสายไฟสวนที่มองเห็นได้ (Exposed Conduit)

หมายเหตุ : ค่าใช้จ่ายที่เกิดขึ้นจากการทดสอบและปรับแต่งใดๆก็ตามให้อยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้างทั้งสิ้น

2.2 การทดสอบอุปกรณ์หลักและอุปกรณ์ประกอบต้องในเบื้องต้นผู้รับจ้างต้องจัดทำรายงานการทดสอบดังกล่าวโดยแบบฟอร์มจัดแสดง วันเวลาทดสอบ , รุ่นเครื่องที่ทดสอบ , หมายเลขซีเรียลเครื่อง , ขนาดความสามารถในการทำ ความเย็น หรือปริมาณลม,น้ำ,ข้อมูลทางไฟฟ้า และข้อข้อมูลทางเทคนิคของอุปกรณ์มีข้อมูลอย่างน้อยตามรายการต่อไปนี้

2.2.1 EXHAUST AIR FAN

- ก. FAN TYPE
- ข. FAN RPM
- ค. STATIC PRESSURE IN / OUT
- ง. TOTAL STATIC PRESSURE
- จ. MOTOR KW / RPM
- ฉ. VOLTS / PHASE / HERTZ
- ช. FULL LOAD AMPS / SERVICE FACTOR

2.2.2 SPLIT-TYPE AIR CONDITIONING UNIT AND VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF) AIR CONDITIONING UNIT

- ก. EVAPORATOR
- TOTAL AIR FLOW RATE
- DISCHARGE STATIC PRESSURE

- SUCTION STATIC PRESSURE
- TOTAL STATIC PRESSURE
- OUTSIDE AIR FLOW RATE
- OUTSIDE AIR CONDITION DB / WB
- RETURN AIR FLOW RATE
- RETURN AIR CONDITION DB / WB
- ENTERING AIR CONDITION DB / WB
- LEAVING AIR CONDITION DB / WB
- FAN RPM
- VOLTAGE & CURRENT

๗. COOLED CONDENSER
- REFRIGERANT NO. / LBS.
 - COMPRESSOR MANUFACTURER / NUMBER
 - COMPRESSOR MODEL / SERIAL NUMBER
 - SUCTION PRESSURE / TEMPERATURE
 - CONDENSING PRESSURE / TEMPERATURE
 - CRANKCASE HEATER AMPS.
 - COMPRESSOR VOLTAGE
 - COMPRESSOR AMPERAGE
 - L.P. / H.P. CUTOFF SETTING
 - NO. OF FANS / FAN RPM
 - CONDENSER FAN KW.
 - CONDENSING AIR FLOW RATE
 - CONDENSER FAN VOLTS / AMPS / PHASE

2.2.3 CHILLED WATER AHU / FCU

๘. UNIT DATA
- TOTAL AIR FLOW RATE
 - TOTAL STATIC PRESSURE
 - FAN RPM
 - MOTOR VOLTAGE
 - MOTOR AMPERAGE
 - OUTSIDE AIR FLOW RATE
 - RETURN AIR FLOW RATE
 - DISCHARGE STATIC PRESSURE
 - SUCTION STATIC PRESSURE

- NOISE RATING
- MOTOR DATA
- COOLING COIL DATA

3. การทดสอบระบบ Smoke Exhaust

- 3.1 ทดสอบการทำงานของพัดลมตามขั้นตอนของเรื่องพัดลมระบายอากาศ, พัดลมอัดอากาศ และพัดลมระบายควัน
- 3.2 ตรวจสอบทางลมเข้า ปกติ Motor ต้องปิด Damper เมื่อพัดลมในข้อ 9.1 เดิน Damper จะต้องเปิด
- 3.3 ตรวจสอบความรั่วซึมของ Make-up Damper
- 3.4 ตรวจสอบระบบไฟฟ้ากำลังและควบคุมต้องมาจากระบบจ่ายไฟสำรองฉุกเฉิน

4. การปรับแต่งระบบท่อลม

- ก. การปรับปริมาณลมที่ออกจากเครื่องปรับอากาศให้ใช้วิธีปรับรอบพัดลมปริมาณลมต่อแยกให้ปรับที่ VOLUME DAMPER หรือ SPLITTER DAMPER หลังจากปรับแต่ง DAMPER แล้วต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกแห่ง
- ข. ภายหลังการติดตั้งระบบปรับอากาศและระบายอากาศเสร็จเรียบร้อยแล้วก่อนการส่งมอบงานต้องได้รับการทดสอบและปรับแต่งปริมาณลมให้ได้ตามต้องการปริมาณลมที่หน้ากากจ่ายลมต้องปรับแต่งให้อยู่ในช่วง ± 10 เปอร์เซ็นต์ของปริมาณลมที่ระบุไว้ในแบบ
- ค. การวัดปริมาณลมในท่อเมนและท่อแยกที่สำคัญให้ใช้วิธี TRANSVERSE โดยใช้ PILOT TUBE ช่องเปิดสำหรับสอด PILOT TUBE ต้องมีปลั๊กอุดกันรั่วทุกจุดหลังจากการปรับแต่งเสร็จเรียบร้อยแล้ว

5. การปรับแต่งปริมาณระบบท่อน้ำ

- ก. ภายหลังการติดตั้งและทดสอบความดันของทั้งระบบเสร็จเรียบร้อยแล้ว ให้เติมน้ำจนเต็มและถ่ายน้ำทิ้งจนหมดอย่างน้อยสองครั้ง และเติมน้ำใหม่พร้อมทั้งเดินเครื่องสูบน้ำให้น้ำหมุนเวียนในระบบหลังจากนั้นถ่ายน้ำทิ้งจนน้ำที่ถ่ายทิ้งใสสะอาดเมื่อดูด้วยตาเปล่า
- ข. ท่อน้ำในระบบต้องได้รับการทดสอบความดันด้วยน้ำตามวิธีการที่ระบุไว้ในข้อกำหนด การจัดหาเครื่องมือเครื่องใช้ในการทดสอบอยู่ในความรับผิดชอบของผู้รับจ้าง
- ค. การทดสอบอาจทำเป็นช่วงๆได้ ทั้งนี้ขึ้นอยู่กับพิจารณา และอนุมัติของผู้ควบคุมงาน
- ง. การทดสอบความดันใช้วิธีเติมน้ำให้เต็มท่อส่วนที่ต้องการทดสอบ แล้วอัดความดันให้สูงขึ้นจนถึงความดันที่ระบุไว้ การทดสอบต้องกระทำขณะที่ผู้ควบคุมงานร่วมรู้เห็นอยู่ด้วย
- จ. ท่อ SCHEDULE 40 หรือ STANDARD WEIGHT ต้องทดสอบความดันไม่น้อยกว่า 1.5 เท่าของความดันสูงสุดขณะใช้งาน แต่ไม่น้อยกว่า 1,034 กิโลปาสกาล (150 ปอนด์ต่อตารางนิ้ว) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 24 ชั่วโมง
- ฉ. ท่อน้ำทั้งต้องได้รับการทดสอบความดันไม่น้อยกว่าความสูงของน้ำ 3 เมตร (10 ฟุต) และรักษาความดันไว้ไม่น้อยกว่า 1 ชั่วโมง
- ช. หากความดันลดลงเกินกว่า 5 เปอร์เซ็นต์ภายในเวลาที่กำหนดข้างต้น ต้องหารอยรั่วและซ่อมแซมแล้วทดสอบใหม่จนได้ผลเป็นที่น่าพอใจ
- ซ. รอยรั่วที่ข้อต่อเกลียวต้องเปลี่ยนข้อต่อและเทปพันเกลียวใหม่รอยรั่วที่รอยเชื่อมต้องตัดออกแล้วเชื่อมใหม่
- ณ. อุปกรณ์ที่บอบบางหรือไม่สามารถทนความดันขณะทดสอบได้ต้องถอดออกก่อนการทดสอบ

ญ. ภายหลังการติดตั้งและทดสอบระบบท่อน้ำเสร็จเรียบร้อยแล้ว ก่อนส่งมอบงานผู้รับจ้างต้องทำการปรับแต่งปริมาณการไหลของน้ำในระบบและที่เครื่องทุกชุดให้ได้ปริมาณน้ำตามต้องการอยู่ในช่วง ± 5 เปอร์เซ็นต์จากที่ระบุไว้ในแบบและรายการอุปกรณ์

ฉ. การปรับปริมาณน้ำจากเครื่องสูบน้ำให้วัดจากผลต่างของความดันน้ำเข้า-ออก และเทียบกับ PUMP CURVE ของผู้ผลิต

ค. วาล์วปรับปริมาณน้ำ หลังจากปรับแต่งครั้งสุดท้ายแล้ว ต้องทำเครื่องหมายแสดงตำแหน่งที่แน่นอนทุกตัว

จ. ORIFICE หรือ FLOW METER ที่ระบุในแบบและรายการอุปกรณ์ต้องติดตั้งตามคำแนะนำของผู้ผลิต

หมวดที่ 13 ระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

1.1 การเดินสายไฟฟ้าถ้ามีได้ระบุไว้เป็นอย่างอื่น ให้เดินสายไฟฟ้ากำลังและสายไฟฟ้าควบคุมในอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าที่เหมาะสมเพื่อการฝังในคอนกรีต หรือผนัง หรือเดินลอยซ่อนในฝ้าเพดาน แล้วแต่กรณีสำหรับการใช้สายไฟฟ้าและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าให้เป็นไปตามที่ระบุในหมวดต่อไป

1.2 ผู้รับจ้างงานไฟฟ้าจะเป็นผู้จ่ายไฟฟ้ามาถึงแผงไฟฟ้าของผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศ โดยที่ผู้รับจ้างระบบปรับอากาศและระบายอากาศจะเป็นผู้ต่อสายไฟฟ้าเข้าแผงไฟฟ้าที่อยู่ในความรับผิดชอบเอง และผู้รับจ้างงานระบบไฟฟ้าจะต้องตรวจสอบการต่อสายไฟฟ้าและการจ่ายไฟฟ้าให้ถูกต้องตามความต้องการของทั้งสองฝ่าย

2. มาตรฐานระบบไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

มาตรฐานวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้ง ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นมาตรฐานของเครื่องวัสดุอุปกรณ์การประกอบและการติดตั้งต้องถือตามมาตรฐานของสถาบันที่เกี่ยวข้องดังต่อไปนี้

- 2.1 สำนักงานมาตรฐานผลิตภัณฑ์อุตสาหกรรม (มอก)
- 2.2 กฎและประกาศกระทรวงมหาดไทย
- 2.3 มาตรฐานวิศวกรรมสถานแห่งประเทศไทย (ในพระบรมราชูปถัมภ์)
- 2.4 มาตรฐานการพลังงานแห่งชาติ
- 2.5 กฎและระเบียบการไฟฟ้าท้องถิ่น
- 2.6 ANSI : AMERICAN NATIONAL STANDARD INSTITUTE
- 2.7 ASTM : AMERICAN SOCIETY OF TESTING MATERIAL
- 2.8 BS : BRITISH STANDARD
- 2.9 DIN : DEUTSCHE INDUSTRIENORMEN
- 2.10 IEC : INTERNATIONAL ELECTROTECHNICAL COMMISSION
- 2.11 JIS : JAPANESE INDUSTRIAL STANDARD
- 2.12 NEC : NATIONAL ELECTRICAL CODE
- 2.13 NEMA : NATIONAL ELECTRICAL MANUFACTURERS ASSOCIATION
- 2.14 NESC : NATIONAL ELECTRICAL SAFETY CODE
- 2.15 NFPA : NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION
- 2.16 UL : UNDERWRITERS LABORATORIES, INC.
- 2.17 VDE : VERBAND DEUTSCHER ELECTROTECHNIKER

3. การต่อลงดิน

3.1 วัสดุอุปกรณ์ไฟฟ้าทุกชนิดที่มีส่วนห่อหุ้มหรือโครงสร้างภายนอกเป็นโลหะอันเป็นส่วนที่ไม่ควรมีกระแสไฟฟ้าไหลผ่านต้องต่อลงดินตามกำหนดในมาตรฐานดังต่อไปนี้

- 3.1.1 ประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยเกี่ยวกับไฟฟ้า “หมวด 6 สายดินและการต่อลงดิน”
- 3.1.2 มาตรฐานเพื่อความปลอดภัยทางไฟฟ้าสำนักงานพลังงานแห่งชาติ “TSES 24-1984 การต่อลงดิน”
- 3.1.3 NATIONAL ELECTRICAL CODE (NEC) ARTICLE 250
- 3.1.4 NATIONAL FIRE PROTECTION ASSOCIATION (NFPA) NO. 78

3.2 สายตัวนำไฟฟ้าสำหรับการต่อลงดินให้เป็นตัวนำทองแดงมีขนาดสัมพันธ์กับขนาดของอุปกรณ์ตัววงจรไฟฟ้าของแต่ละวงจร หรืออุปกรณ์นั้นๆ โดยมีขนาดไม่เล็กกว่ากำหนดในตารางขนาดสายดินสำหรับต่อส่วนห่อหุ้มที่เป็นโลหะของอุปกรณ์ไฟฟ้าลงดิน

พิกัดกระแสไฟฟ้าของอุปกรณ์ตัดตอน ขนาดไม่เกิน.....แอมแปร์	ขนาดสายดิน (ตารางมิลลิเมตร) ตัวนำทองแดง
15	2.5
40	4
70	6
100	10
200	16
400	25
500	35
800	50
1,000	70
1,250	95
2,000	120
2,500	185

4. ระบบแรงดันไฟฟ้าและรหัส

4.1 ถ้ามิได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นระบบไฟฟ้าในโครงการนี้เป็นระบบ 240/415 โวลท์, 3-เฟส, 4-สาย, 50 เฮิร์ต, Y-CONNECTION, SOLID GROUND

4.2 ระบบสีของสายไฟ และบัสบาร์ให้เป็นดังนี้

- 4.2.1 สายเฟส เอ สีน้ำตาล
- 4.2.2 สายเฟส บี สีดำ
- 4.2.3 สายเฟส ซี สีเทา
- 4.2.4 สายศูนย์ N สีฟ้า

4.2.5 สายดิน GND. สีเขียวแถบเหลือง

สายไฟที่ผลิตเพียงสีเขียวเทาหรือสีเทาหรือพันทาบทั้งสองข้างของสายด้วยสีที่กำหนดให้ รวมทั้งในที่ที่มี

4.3 โดยให้หาคัดที่ต่อร้อยสายไฟฟ้าทุกระยะไม่เกิน 1 เมตร (3 ฟุต) หรือหาคัดที่อุปกรณ์ยึดท่อ (CLAMP) ส่วนกล่องต่อสายกล่องพักสายให้หาคัดภายในกล่องและฝากล่องทุกกล่อง อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าต่างๆต้องมีรหัสสีแดงไว้เพื่อใช้ในการตรวจสอบและซ่อมบำรุงภายหลังโดยกำหนดให้ใช้รหัสดังนี้

4.3.1 สีแดงสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้ากำลัง

4.3.2 สีฟ้าสำหรับอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าควบคุม

5. การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้า

การตรวจสอบและทดสอบระบบไฟฟ้าให้กระทำครบถ้วนดังต่อไปนี้

5.1 ตรวจสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้าและอุปกรณ์ทั้งหมด

5.2 ตรวจสอบค่าความต้านทานของการต่อลงดินของอุปกรณ์ทั้งหมดเพื่อให้แน่ใจว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าของการต่อลงดิน

5.3 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของระบบควบคุมต่าง ๆ

5.4 ตรวจสอบและทดสอบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆ

5.5 จัดทำรายงานการทดสอบต่าง ๆ อย่างครบถ้วน

หมายเหตุ : ข้อกำหนดนี้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านคุณสมบัติ และการติดตั้งวัสดุอุปกรณ์ระบบไฟฟ้ากำลัง และไฟฟ้าควบคุม ซึ่งเป็นขอบเขตงานที่เกี่ยวข้อง ทั้งนี้เพื่อให้มีความสอดคล้องกับข้อกำหนดของวัสดุอุปกรณ์ และการติดตั้งระบบไฟฟ้าทั้งหมดในโครงการ

6. แผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า

ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ครอบคลุมถึงความต้องการด้านออกแบบ และการสร้างแผงสวิทช์ควบคุมมอเตอร์ไฟฟ้า (MOTOR CONTROL CENTER) แบบตั้งพื้น (FLOOR STANDING) และแบบติดผนัง (WALL MOUNTED)

7. พิกัดของแผงสวิทช์

ถ้าไม่ได้กำหนดไว้เป็นอย่างอื่นให้แผงสวิทช์ไฟฟ้าที่กล่าวถึงรวมทั้งวัสดุอุปกรณ์ที่เกี่ยวข้องมีการออกแบบสร้างและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, ANSI, IEC, DIN หรือ VDE แต่ต้องไม่ขัดต่อระเบียบและมาตรฐานการไฟฟ้าท้องถิ่นที่กำหนดโดยมีคุณสมบัติทางเทคนิคอย่างน้อยดังต่อไปนี้

7.1 RATE SYSTEM VOLTAGE : 415V / 240V

- 7.2 SYSTEM WIRING : 3-PHASE, 4-WIRE, EFFECTIVELY GROUNDED
- 7.3 RATED FREQUENCY : 50 HZ
- 7.4 RATED CURRENT : ตามระบุในแบบ
- 7.5 RATE SHORT-TIME WITHSTAND CURRENT (0.5 : ไม่น้อยกว่า RATED SHORT-TIME CIRCUIT CURRENT SECOND) ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- 7.6 RATED PEAK WITHSTAND CURRENT : ไม่น้อยกว่า 2.83 เท่าของ SHORT-CIRCUIT CURRENT ของ MAIN CIRCUIT BREAKER ที่ระบุในแบบ
- 7.7 RATED WITHSTAND VOLTAGE : 2,200V, 1-MINUTE (PHASE-TO-GROUND)
- 7.8 RATED INSULATION LEVEL : 1,000V
- 7.9 CONTROL VOLTAGE : 200-240V
- 7.10 TEMPERATURE RISE : 25°C
- 7.11 FINISHING : EPOXY-POLYESTER POWDER PAINT

8. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิตช์แบบตั้งพื้น

8.1 ลักษณะของแผงสวิตช์ต้องจัดแบ่งออกเป็นส่วนๆ (VERTICAL SECTION) มีความสมบูรณ์สามารถแยกออกจากกันให้เป็นอิสระได้ง่ายแต่ละส่วนต้องมีขนาดอยู่ในช่วงที่กำหนดดังนี้

- 8.1.1 ความกว้าง : ระหว่าง 600-1,300 มิลลิเมตร
- 8.1.2 ความยาว : ระหว่าง 600-1,200 มิลลิเมตร
- 8.1.3 ความสูง : ไม่เกิน 2,200 มิลลิเมตร

8.2 แผงสวิตช์แต่ละส่วนต้องจัดแบ่งภายในเป็นช่องๆ (COMPARTMENT) อย่างน้อย 3 ช่อง (FORM 3B) ดังนี้

8.2.1 UNIT COMPARTMENT เป็นส่วนสำหรับติดตั้งสวิตช์ตัววงจรสแตร์เตอร์อุปกรณ์ป้องกันรวมทั้งอุปกรณ์เครื่องวัดต่างๆ ส่วนนี้ให้แบ่งเป็น MODULE โดยแต่ละ MODULE ให้บรรจุอุปกรณ์ควบคุมและป้องกันของมอเตอร์ไฟฟ้าแต่ละตัวเป็นชุด

8.2.2 CABLE COMPARTMENT และ TERMINAL COMPARTMENT เป็นส่วนสำหรับเดินสายไฟฟ้าไปยังมอเตอร์ และส่วนติดตั้งขั้วต่อสายไฟฟ้ากำลัง และสายไฟฟ้าควบคุมที่ต้องต่อกับตู้ส่วนอื่นหรือต่อออกไปภายนอกควรจัดให้อยู่ส่วนล่างหรือส่วนบนของตู้แล้วแต่กรณีเพื่อให้การเดินสายได้สะดวก

8.2.3 BUSBAR COMPARTMENT ให้รวมถึงช่องทั้งของ HORIZONTAL BUSBARS และ VERTICAL BUSBARS โดยส่วนนี้ควรจัดให้อยู่ด้านหลังและด้านข้างในแต่ละส่วนของตู้

8.3 โครงสร้างของแผงสวิตช์ต้องเป็นแบบ SELF-STANDING METAL STRUCTURE โดยโครงสร้างที่เป็นส่วนเสริมความแข็งแรงต้องเป็นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร ส่วนฝาทุกด้านรวมทั้งแผ่นกั้นแบ่ง COMPARTMENT ต้องเป็นแผ่นเหล็กมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร ทั้งนี้ฝาของแผงสวิตช์แต่ละด้านต้องเป็นไปตามกำหนดดังนี้

8.3.1 ฝาด้านหน้าให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ เป็นฝาของแต่ละ COMPARTMENT และฝาของแต่ละ MODULE ของ UNIT COMPARTMENT อย่างเป็นอิสระแต่ละฝาให้มีด้านหนึ่งเป็น REMOVEABLE PIN HINGES ส่วนอีกด้านหนึ่งเป็น KEY LOCK

8.3.2 ฝาด้านหลังให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบ มีด้านหนึ่งเป็น REMOVABLE PIN HINGES เพื่อสะดวกในการเปิดและถอดฝาส่วนอีกด้านหนึ่งเมื่อปิดแล้วให้ใช้ SCREW LOCK หรือ KEY LOCK ก็ได้

8.3.3 ฝาด้านบนให้เป็นแผ่นเหล็กพับขึ้นขอบแบ่งอย่างน้อยเป็น 2 ชั้น โดยชั้นหนึ่งเป็นฝาปิดเฉพาะส่วน CABLE COMPARTMENT ยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือน็อตขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรง

8.3.4 ฝาด้านล่างให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบ การแบ่งชั้นฝาและการยึดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ ให้มีลักษณะเช่นเดียวกับฝาด้านบน

8.3.5 ฝาด้านข้างทั้ง 2 ด้านให้เป็นแผ่นเหล็กเรียบหรือพับขึ้นขอบด้านละ 1 ชั้นยึดติดกับโครงสร้างแผงสวิทช์ด้วยสกรูหรือน็อตขนาดและจำนวนเหมาะสมให้มีความแข็งแรงแต่ในกรณีที่ต้องใช้แผงสวิทช์หลายส่วน (VERTICAL SECTION) เรียงต่อกันให้ใช้ฝากั้นระหว่างส่วนเป็นแผ่นเหล็กเรียบแทนโดยมีช่องเจาะทะลุถึงกันเพียงพอตามต้องการ

8.3.6 DEGREE OF PROTECTION ของตู้ไม่ต่ำกว่า IP 31 ตามมาตรฐาน IEC สำหรับติดตั้งภายในอาคารและ IP 54 สำหรับติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่นหรือความชื้นสูง

8.4 การประกอบแผงต้องคำนึงถึงกรรมวิธีระบายความร้อนที่เกิดขึ้นจากอุปกรณ์ภายในโดยวิธีไหลเวียนของอากาศตามธรรมชาติ ทั้งนี้อาจเจาะเกร็ดระบายอากาศที่ฝาด้านใดด้านหนึ่งหรือหลายด้านอย่างเพียงพอพร้อมติดตั้งตะแกรงกันแมลง (INSECT SCREEN)

8.5 การป้องกันสนิมและการทาสีให้เหล็กและแผ่นเหล็กทุกชั้นที่ใช้เป็นเหล็กชุบ ELECTRO-GALVANIZED หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าหรือดีกว่าตามกำหนดในหมวดว่าด้วย “การทาสีป้องกันการผุกร่อนและรหัสสี”

9. ลักษณะโครงสร้างของแผงสวิทช์แบบติดตั้ง

9.1 การออกแบบต้องเป็นไปตามมาตรฐาน ANSI, NEMA หรือ IEC แต่ต้องไม่ขัดกับกฎหรือมาตรฐานของการไฟฟ้าเพื่อนำมาใช้งานกับระบบไฟฟ้าที่ 415/240 โวลต์ 3 เฟส 4 สาย 50 เฮิร์ต

9.2 CABINET ต้องเป็นแบบดัดลอยที่ผนังตัวตู้ทำด้วย GALVANIZED CODED GAUGE SHEET STEEL หรือเป็นเหล็กชุบ ELECTRO-GALVANIZED หรือชุบป้องกันสนิมด้วยวิธีอื่นที่เทียบเท่าและทาสีตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบมีประตูเปิดด้านหน้าเป็น FLUSH LOCK และต้องมี KEY LOCK ด้วยและต้องมี CIRCUIT DIRECTORY WITH CLEAR PLASTIC COVERING บอก CIRCUIT ต่างๆติดอยู่ที่ฝาประตูภายใน

9.3 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER มี AMP TRIP และ AMP FRAME ตามที่กำหนดให้ในแบบประกอบด้วย INSTANTANEOUS MAGNETIC SHORT CIRCUIT TRIP และ THERMAL OVER CURRENT TRIP ควรเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ FEEDER CIRCUIT BREAKER ดันทางเพื่อการทำงานที่สัมพันธ์กัน (COORDINATION)

9.4 BRANCH CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOULDED CASE CIRCUIT BREAKER, QUICK-MAKE, QUICK-BREAK, THERMAL MAGNETIC AND TRIP INDICATING ต้องเป็นผลิตภัณฑ์เดียวกับ MAIN CIRCUIT BREAKER

9.5 แผงสวิทช์ต้องมีความกว้างไม่เกินกว่า 800 มิลลิเมตร (32 นิ้ว)

9.6 แผงสวิตช์ต้องประกอบขึ้นจากแผ่นเหล็กหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) และในกรณีที่แผงสวิตช์มีความสูงเกินกว่า 1 เมตร (3 ฟุต) ต้องมีโครงเหล็กเพื่อเสริมความแข็งแรง

9.7 IP 31 สำหรับตู้ไฟฟ้าภายในอาคารทั่วไปและ IP 54 สำหรับตู้ไฟฟ้าที่ติดตั้งภายนอกอาคารหรือบริเวณที่มีฝุ่นและความชื้นสูง

9.8 การระบายความร้อนภายในแผงสวิตช์ตลอดจนการป้องกันสนิม และการทาสีให้กระทำเช่นเดียวกับแบบตั้งพื้น

10. CIRCUIT BREAKER

10.1 CIRCUIT BREAKER ที่ใช้ทั้งหมดต้องผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน NEMA, VDE หรือ IEC

10.2 MAIN CIRCUIT BREAKER ต้องสามารถทำงานควบคุมและป้องกันทางไฟฟ้าได้อย่างน้อยตามกำหนดดังนี้

10.2.1 OVERCURRENT PROTECTION

10.2.2 PHASE FAILURE PROTECTION

10.2.3 3 เฟส OVER AND UNDERVOLTAGE PROTECTION โดยตั้งได้ที่ $\pm 10\%$ ของ RATED VOLTAGE พร้อมด้วยระบบ INSTANTANEOUS TRIP และ LONG TIME AND SHORT TIME DELAY SETTING โดยมี CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CAPACITY ให้เป็นไปตามระบุในแบบ

10.2.4 FEEDER และ SUB-FEEDER CIRCUIT BREAKER ต้องเป็น MOLDED CASE, TOGGLE OR REVOLVING OPERATING MECHANISM ทำงานด้วยระบบ TRIP FREE, QUICK-MAKE และ QUICK-BREAK พร้อม INDIVIDUAL THERMAL และ ELECTROMAGNETIC TRIP ขนาด CONTINUOUS CURRENT RATING และ INTERRUPTING CAPACITY ต้องเป็นไปตามกำหนดในแบบ

10.2.5 CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดตั้งแต่ 100 แอมป์ขึ้นไปจะต้องมีอุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ REVOLVING HANDLE MECHANISM PAD LOCK และ CIRCUIT BREAKER ที่เล็กกว่า 100 แอมป์ให้ใช้อุปกรณ์เพื่อความปลอดภัยแบบ KEY MECHANISM PAD LOCK

10.2.6 ตัวนำไฟฟ้าที่ต่อจาก BUSBAR เข้าด้าน PRIMARY ของ CIRCUIT BREAKER ที่มีขนาดเล็กกว่า 100 AMPERE FRAME ยอมให้ใช้สายไฟฟ้าตัวนำทองแดงหุ้มด้วยฉนวนพีวีซีทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 750 โวลท์ (IEC 01) ขนาดไม่เล็กกว่า 50 ตารางมิลลิเมตรนอกนั้นให้ต่อด้วย BUSBAR

11. MOTOR STARTER

MOTOR STARTER ในที่นี้ให้รวมทั้งแบบ DIRECT-ON-LINE, STAR-DELTA, TWO-SPEED และ REVERSIBLE ซึ่งต้องมีอุปกรณ์ประกอบที่มีคุณสมบัติดังนี้

11.1 CONTACTOR ต้องมีคุณสมบัติอย่างน้อยดังนี้

11.1.1 ผลิตและทดสอบตามมาตรฐาน VDE, IEC, BS หรือเทียบเท่า

11.1.2 STARTER สำหรับแบบ STAR-DELTA ต้องใช้ชนิด 3-CONTACTOR (CLOSED TRANSITION)

11.1.3 ขนาดต้องมีความเหมาะสมสามารถรับกระแสไฟฟ้าสำหรับมอเตอร์แต่ละตัวได้ทั้งในขณะสตาร์ทตามคำแนะนำของผู้ผลิต

11.1.4 อุปกรณ์ภายในเช่น HOLDING COIL, MOVING CONTACT ต้องสามารถถอดเปลี่ยนได้เมื่อชำรุดได้โดยง่าย

11.2 หากไม่ระบุเป็นอย่างอื่นในตารางอุปกรณ์มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 0.75 KW (1 HP) ถึง 4 KW (5.5 HP) ใช้ STARTER แบบ DIRECT ON LINE, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 5.5 KW (7.5 HP) ถึง 160 KW (220 HP) ใช้ STARTER แบบ STAR-DELTA, มอเตอร์ขนาดตั้งแต่ 200 KW (275 HP) ขึ้นไปใช้ STARTER แบบ AUTO-TRANSFORMER

11.3 DELAYED THERMAL OVERLOAD RELAYS ต้องเป็นชนิด 3 เฟสและมี AUXILIARY CONTACT อย่างน้อย 1-NO และ 1-NC หรือ 1-CHANGEOVER เพื่อสามารถใช้ประโยชน์อื่นๆได้อีก

11.4 PUSH-BUTTON ต้องเหมาะสมและผู้ผลิตแนะนำให้ใช้ได้สำหรับเป็นชุดควบคุม

12. MOTOR

มอเตอร์จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA หรือ IEC เป็นแบบ TOTALLY ENCLOSED FAN COOLED, SQUIRREL CAGE SCREEN, IP55, WEATHER PROOF ออกแบบมาให้ใช้ได้กับระบบไฟฟ้า 50 เฮิร์ตและมีประสิทธิภาพไม่ต่ำกว่าที่กำหนดไว้ในตารางนี้

OUTPUT (kW)	MINIMUM EFFICIENCY (%)
≤ 0.55	70
0.75 – 3.0	78
4.0 – 5.0	83
7.5 – 10	85
15 – 30	88
37 – 55	90
75 – 90	91
≥ 110	93

มอเตอร์ที่ใช้กับอุปกรณ์ VARIABLE FREQUENCY DRIVES (VFD) จะต้องถูกสร้างและออกแบบมาตามมาตรฐานของ NEMA MG-1 PART 31

13. เครื่องวัดและอุปกรณ์

13.1 AMMETER และ VOLTMETER ต้องเป็นแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. SCALE ชนิด WIDE ANGLE และ ACCURACY CLASS 1.5

13.2 CURRENT TRANSFORMER (CT) ผลิตขึ้นตามมาตรฐาน BS หรือ IEC สำหรับระบบแรงดันไฟฟ้าไม่เกิน 1,000 โวลท์ 50 เฮิร์ตโดยมี SECONDARY CURRENT 5A และ ACCURACY ตาม IEC STANDARD CLASS 1

13.3 KILOWATT METER ใช้ชนิด 3-PHASE UNBALANCE LOAD แบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. SCALE ชนิด WIDE ANGLE และ ACCURACY CLASS 1.5

- 13.4 KILOWATT-HOUR METER ใช้ชนิด 3-PHASE, 4-WIRE UNBALANCE LOAD และมี ACCURACY CLASS 2.0
- 13.5 POWER-FACTOR METER ชนิด 3 เฟส 4 สายแบบ SWITCHBOARD MOUNTED ขนาดหน้าปัดมีไม่เล็กกว่า 96 X 96 มม. SCALE ตั้งแต่ 0.5 LEADING ถึง 0.5 LAGGING และ ACCURACY CLASS 1.5
- 13.6 SELECTOR SWITCH แบบ SWITCHBOARD MOUNTING จำนวน 7 STEP สำหรับ VOLT-SELECTOR SWITCH และ 4 STEP สำหรับ AMP-SELECTOR SWITCH
- 13.7 PILOT LAMP หรือ INDICATING LAMP แบบ FLUSH MOUNTING บนตู้ SWITCHBOARD ใช้หลอด INCANDESCENT 0.6 W 6 V พร้อม TRANSFORMER แปลงแรงดันไฟฟ้าจาก 230 โวลต์เป็น 6 โวลต์เพื่อใช้กับหลอดไฟ ฝาครอบเป็นพลาสติกแบบ LEN ขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร
- 13.8 เครื่องวัดสัญญาณทางไฟฟ้า สำหรับตู้ MCC / AMCC ให้เป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
- 13.8.1 สามารถวัดค่าทางไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่าที่กำหนดนี้ (DPM2)
- ก. ค่ากระแส (AMP)
 - ข. ค่าความต่างศักย์ (VOLT)
 - ค. ค่ากำลังไฟฟ้า (REAL, ACTIVE และ REACTIVE POWER) WATT
 - ง. ค่าพลังงานไฟฟ้า KW-H
 - จ. ค่าความต้องการทางไฟฟ้า และความต้องการไฟฟ้าสูงสุด (DEMAND AND PEAK DEMAND)
 - ฉ. จำนวนหน่วยไฟฟ้าที่ใช้

13.8.2 มีหน่วยความจำสามารถเก็บข้อมูลที่บันทึกไว้ได้,สามารถขยายระบบและเชื่อมต่อข้อมูลระหว่างเครื่องวัดได้, สามารถเชื่อมต่อกับระบบ BUILDING AUTOMATION SYSTEM (BAS) ได้,สามารถเชื่อมต่อกับคอมพิวเตอร์เพื่อการจัดการข้อมูลและนำไปใช้งานได้

- 13.8.3 เครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า จะต้องมีความสมบัติทางด้านเทคนิค ดังต่อไปนี้
- ก. INPUT VOLTAGE : 230 VAC + 10%
 - ข. INPUT FREQUENCY : 50 Hz
 - ค. TEMPERATURE OPERATING : -10 to 50 C
 - ง. ACCURACY OF MEASUREMENT : มีพิสัยความเที่ยงตรง ไม่น้อยกว่า 1.0%
 - จ. AUXILIARY CONTACT : 2 UNIVERSAL I/O

หมายเหตุการติดตั้งเครื่องวัดสัญญาณไฟฟ้า ให้เป็นไปตามมาตรฐานของโรงงานผู้ผลิต

14. BUSBAR และฉนวนยึด

- 14.1 BUSBARS ต้องเป็นทองแดงที่มีความบริสุทธิ์ไม่น้อยกว่า 98% มีขนาดที่กำหนดความสามารถในการรับ กระแสไฟฟ้าตามมาตรฐาน DIN 43671 (BARE RATING) แต่ต้องไม่เกิน 1.5 แอมแปร์ต่อตารางมิลลิเมตรและได้รับการ ยอมรับตามมาตรฐานการไฟฟ้านครหลวงที่กำหนด แต่ทั้งนี้ MAIN BUSBARS ทั้ง PHASE-, NEUTRAL- และ GROUND-BUS ต้องมีขนาดไม่เล็กกว่า 120 ตารางมิลลิเมตร

14.2 BUSBAR และ BUSBAR HOLDERS ต้องมีข้อมูลทางเทคนิคและผลการคำนวณเพื่อแสดงว่าสามารถทนต่อแรงใดๆ ที่เกิดจากกระแสไฟฟ้าลัดวงจรได้โดยไม่เกิดการเสียหายใดๆ รวมทั้ง BOLTS และ NUTS ต้องทนแรงเหล่านั้นได้ด้วยเช่นกันโดย BOLTS และ NUTS ต้องเป็นแบบที่ใช้กับระบบไฟฟ้าโดยเฉพาะ

14.3 BUSBAR HOLDERS ต้องเป็นวัสดุประเภท FIBERGLASS REINFORCED POLYESTER หรือ EPOXY RESIN แบบสองชั้นประกบ BUSBAR โดยยึดด้วย BOLT และ NUT หุ้ม SPACER ที่เป็นฉนวนไฟฟ้าห้ามใช้วัสดุในตระกูล BAKELITE หรือตระกูล PHENOLICS แทนฉนวนไฟฟ้าโดยเด็ดขาด

14.4 การจัด BUSBARS ทั้ง PHASE-TO-PHASE และ PHASE-TO-GROUND ต้องจัดให้ส่วนที่เป็นตัวนำไฟฟ้า (LIVE PART) มีระยะห่างกันได้ไม่น้อยกว่า 50 มิลลิเมตร ในกรณีที่ไม่สามารถจัดระยะตามที่กำหนดนี้ได้ให้หุ้มด้วยฉนวนไฟฟ้าที่ถูกต้องแบบให้ใช้หุ้ม BUSBAR โดยเฉพาะและมีสีของฉนวนตรงตามรหัสสีของ BUSBAR ที่กำหนดทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความสามารถในการรับกระแสไฟฟ้าของ BUSBAR ที่อาจลดลง

15. สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดภายในแผงสวิทช์

15.1 สายไฟฟ้าสำหรับระบบควบคุมและเครื่องวัดซึ่งเดินเชื่อมระหว่างอุปกรณ์ไฟฟ้ากับอุปกรณ์ไฟฟ้าและอุปกรณ์ไฟฟ้ากับ TERMINAL BLOCK ให้ใช้สายชนิด FLEXIBLE ANNEALED COPPER WIRE 750 VOLTS, PVC INSULATED ขนาดของสายไฟฟ้าต้องสามารถนำกระแสไฟฟ้าได้ตามต้องการแต่ไม่เล็กกว่าที่กำหนดดังนี้

15.1.1 VOLTAGE CIRCUIT : 2.5 ตารางมิลลิเมตร

15.1.2 CURRENT CIRCUIT : 4 ตารางมิลลิเมตร

15.1.3 CONTROL CIRCUIT : 1.5 ตารางมิลลิเมตร

15.1.4 GROUND ระหว่างตัวแผงกับบานประตู : 10 ตารางมิลลิเมตร

15.2 สายไฟฟ้าทั้งหมดต้องวางอยู่ในรางสาย (TRUNKING) หรือท่ออ่อนเพื่อป้องกันการชำรุดของฉนวนสายไฟฟ้าแต่ละเส้นที่เชื่อมระหว่างจุดที่กล่าวห้ามตัดต่อโดยเด็ดขาด

15.3 สายไฟฟ้าทุกเส้นที่ปลายทั้ง 2 ด้านต้องมีหมายเลขกำกับ (WIRE MARK) เป็นแบบบล็อกสวมยากแก่การลอกหลุดหาย

16. MIMIC BUS และ NAMEPLATE

16.1 ที่หน้าแผงสวิทช์ควบคุมต้องมี MIMIC BUS เพื่อแสดงการจ่ายกระแสไฟฟ้าเข้าและออกทำด้วยแผ่นพลาสติกสีดำสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าปกติและสีแดงสำหรับแผงสวิทช์ระบบไฟฟ้าฉุกเฉินหรือสีที่วิศวกรเห็นชอบมีความหนาไม่น้อยกว่า 3 มิลลิเมตร (0.12 นิ้ว) และกว้างไม่น้อยกว่า 10 มิลลิเมตร (0.4 นิ้ว) ยึดแน่นกับแผงสวิทช์ด้วยสกรูอย่างแน่นหนา

16.2 ให้มี NAMEPLATE เพื่อแสดงว่าอุปกรณ์ไฟฟ้าแต่ละชุดใช้ควบคุมอุปกรณ์ใดเป็นแผ่นพลาสติกพื้นสีเช่นเดียวกับ MIMIC BUS และเป็นตัวอักษรสีขาวมีความสูงของตัวอักษรไม่น้อยกว่า 20 มิลลิเมตร (0.8 นิ้ว) หรือตามที่ผู้ควบคุมงานเห็นชอบ

17. REMOTE CONTROL PANEL

17.1 การทำงานของระบบต้องเป็น 24 VAC

17.2 สวิตช์ไฟฟ้าต้องเป็นแบบ PUSH BUTTON โดยมีหลอดไฟแสดงสภาวะการทำงาน (เปิด-ปิด) แยกต่างหากติดตั้งฝังในผนัง

17.3 METAL BOX สำหรับติดตั้งสวิตช์ต้องผ่านการชุบป้องกันสนิมโดย HOT-DIP GALVANIZED โดยความหนาของเหล็กต้องไม่น้อยกว่า 1.0 มิลลิเมตร

17.4 การติดตั้งให้ฝัง METAL BOX ในผนังกำแพงหรือเสาแล้วแต่กรณีโดยให้ COVERPLATE ติดแนบกับผิวหน้าของผนังกำแพงหรือเสาดังกล่าว โดยระดับความสูงจากพื้นถึงกึ่งกลางสวิตช์เท่ากับ 1.20 เมตรหรือระบุในแบบ

17.5 COVERPLATE ต้องเป็น STAINLESS STEEL หรือ ALUMINIUM

17.6 อุปกรณ์ทั้งหมดของระบบต้องผลิตจากผู้ผลิตเดียวกัน

18. การติดตั้ง

18.1 แผงสวิตช์ที่ติดตั้งในสถานที่ใช้งานจริงต้องยึดติดกับฐานที่ตั้งด้วยนอตจำนวนไม่น้อยกว่า 4 จุดตามมุมทั้งสี่อย่างแน่นหนาบนแท่น CONCRETE สูงประมาณ 100-150 มิลลิเมตร (4-6 นิ้ว) หากเป็นพื้นคอนกรีตนอตที่ใช้ต้องเป็นแบบ EXPANSION BOLT

18.2 กรณีที่แผงสวิตช์เป็นชนิดติดตั้งต้องติดตั้งกับผนังโดย EXPANSION BOLTS ที่เหมาะสมและต้องติดตั้งสูง 1.80 เมตรจากพื้นถึงระดับของแผงสวิตช์

19. การทดสอบ

นอกจากการทดสอบที่โรงงานผู้ผลิตตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงานแล้วเมื่อมีการติดตั้งในสถานที่ใช้งานแล้วต้องตรวจทดสอบอย่างน้อยดังนี้

19.1 ตรวจสอบระบบการทำงานของอุปกรณ์ต่างๆเพื่อทดสอบความถูกต้อง

19.2 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของอุปกรณ์ภายในแผงสวิตช์ทั้งหมด

19.3 ตรวจสอบค่าความเป็นฉนวนไฟฟ้าของสายป้อน (FEEDER) ต่างๆที่ออกจากแผงสวิตช์

หมวดที่ 14 สายไฟฟ้าแรงต่ำและอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าสำหรับระบบปรับอากาศ

1. ความต้องการทั่วไป

ข้อกำหนดนี้ได้ระบุครอบคลุมถึงคุณสมบัติและการติดตั้งใช้งานสำหรับสายไฟฟ้าแรงต่ำ

2. ชนิดของสายไฟฟ้า

2.1 โดยทั่วไปให้สายไฟฟ้าแรงต่ำมีตัวนำเป็นทองแดงหุ้มด้วยฉนวน POLYVINYL CHLORIDE (PVC) สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 450/750 โวลต์ และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 70 องศาเซลเซียสตามมอก. 11-2553

2.2 สายไฟฟ้าที่ใช้ร้อยในท่อโลหะหรือ WIREWAY โดยทั่วไปกำหนดให้เป็นสายไฟฟ้าตัวนำแกนเดียว (SINGLE-CORE) ตามมอก. 11-2553, IEC 01

2.3 สายไฟฟ้าที่ใช้กับเครื่องจักรถาวรที่มีการเคลื่อนที่เป็นประจำ เช่น รอกไฟฟ้า เครื่องจักรที่มีการสั่นสะเทือน หรือกรณีที่ผู้คุมงานเห็นชอบ ให้ใช้สายไฟฟ้าชนิด FLEXIBLE CABLE หุ้มฉนวนพีวีซีสองชั้นตามมอก. 11-2553

2.4 สายไฟฟ้าที่กำหนดให้ใช้ฝังดินโดยตรงหรือเดินใน UNDERGROUND DUCT ทั้งแบบตัวนำแกนเดียว และตัวนำหลายแกน (MULTI-CORE) ต้องเป็นสายไฟฟ้าที่หุ้มด้วยฉนวนพีวีซีอย่างน้อย 2 ชั้นตามมอก.11-2553, NYY, NYY-N หรือ NYY-GRD แล้วแต่กรณี

2.5 สำหรับสายไฟฟ้าทองแดงหุ้มด้วยฉนวน XLPE สามารถทนแรงดันไฟฟ้าได้ 600/1000 โวลต์และทนอุณหภูมิได้ไม่น้อยกว่า 90 องศาเซลเซียสตามมาตรฐาน IEC 60502, CV การติดตั้งภายในอาคารต้องเดินในช่องเดินสายที่ปิดมิดชิด ยกเว้นเปลือกนอกของสายเป็นชนิด FLAME-RETARDANT และการนำไปใช้งานต้องคำนึงถึงพิกัดกระแสและอุณหภูมิของอุปกรณ์ที่จะนำไปใช้ประกอบร่วมกับสายให้มีความสัมพันธ์กันด้วย

2.6 สายไฟฟ้าที่มีขนาดใหญ่กว่า 6 ตารางมิลลิเมตรต้องเป็นชนิดลวดทองแดงตีเกลียว (STRANDED WIRE)

2.7 สำหรับสายไฟฟ้าภายในดวงโคมไฟฟ้าที่มีความร้อนเกิดขึ้นสูงเช่นโคมที่ใช้หลอดไส้ (INCANDESCENT LAMP), HIGH INTENSITY DISCHARGE LAMP เป็นต้นให้ใช้สายทนความร้อนซึ่งหุ้มด้วยฉนวน ASBESTOS หรือวัสดุอื่นที่มีคุณสมบัติเทียบเท่า

2.8 สายไฟชั้นใต้ดินเป็นชนิด LSOH (LOW SMOKE ZERO HALOGEN)

3. การติดตั้งสายไฟฟ้า

3.1 การติดตั้งสายไฟฟ้าซึ่งเดินร้อยในท่อโลหะต้องกระทำดังต่อไปนี้

3.1.1 การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.1.2 ให้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้เมื่อมีการติดตั้งท่อเรียบร้อยแล้ว

3.1.3 การดึงสายไฟฟ้าเข้าท่ออาจจำเป็นต้องใช้สารช่วยหล่อลื่นโดยสารนั้นจะต้องเป็นสารพิเศษที่ไม่ทำปฏิกิริยากับฉนวนของสายไฟฟ้า

3.1.4 การตัดโค้งหรือออสายไฟฟ้าไม่ว่าในกรณีใดๆต้องมีรัศมีความโค้งไม่น้อยกว่าข้อกำหนดใน NEC และประกาศกระทรวงมหาดไทยเรื่องความปลอดภัยทางไฟฟ้า

3.2 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้า

3.2.1 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดของตัวนำไม่เกิน 10 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ INSULATED WIRE CONNECTOR, PRESSURE TYPE ทนแรงดันไฟฟ้าได้ไม่น้อยกว่า 600 โวลต์

3.2.2 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่า 10 ตารางมิลลิเมตรและไม่เกิน 240 ตารางมิลลิเมตรให้ใช้ปลอกทองแดงชนิดใช้แรงกลอัด (SPLICE OR SLEEVE) และพันด้วยฉนวนไฟฟ้าชนิดละลายและเทปพีวีซีอีกชั้นหนึ่ง

3.2.3 การต่อเชื่อมหรือต่อแยกสายไฟฟ้าที่มีขนาดตัวนำใหญ่กว่าที่กำหนดข้างต้นให้ต่อโดยใช้ SPLIT BOLT CONNECTOR ซึ่งผลิตจาก BRONZE ALLOY หรือวัสดุอื่นที่ยอมรับให้ใช้ในงานต่อเชื่อมสายไฟฟ้าแต่ละชนิด

3.2.4 การต่อเชื่อมและการต่อแยกสายไฟฟ้าให้กระทำได้ภายในกล่องต่อแยกสายไฟฟ้าเท่านั้น ห้ามต่อในช่องท่อโดยเด็ดขาด

3.2.5 ปลาสายไฟฟ้าที่สิ้นสุดภายในกล่องต่อสายต้องมี TERMINAL BLOCK เพื่อการต่อสายไฟฟ้าแยกไปยังจุดอื่นได้สะดวกและการเปลี่ยนชนิดของสายไฟฟ้าให้กระทำได้โดยต่อผ่าน TERMINAL BLOCK นี้

4. การทดสอบความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้า

ให้ทดสอบค่าความต้านทานของฉนวนสายไฟฟ้างานดังนี้

4.1 สำหรับ FEEDER และ SUB-FEEDER ให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ต่างๆทั้งสองทางแล้ววัดค่าความต้านทานของฉนวนต้องไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆกรณี

4.2 สำหรับวงจรแสงสว่างและเต้ารับให้ปลดสายออกจากอุปกรณ์ ตัดวงจร และสวิตช์ต่างๆอยู่ในตำแหน่งเปิดต้องวัดค่าความต้านทานของฉนวนได้ไม่น้อยกว่า 0.5 เมกกะโอห์มในทุกๆกรณี

4.3 การวัดค่าของฉนวนที่กล่าวต้องใช้เครื่องมือที่จ่ายไฟฟ้ากระแสตรง 500 โวลต์และวัดเป็นเวลา 30 วินาทีต่อเนื่องกัน

5. อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า

ความต้องการทั่วไป

เพื่อให้การใช้งานและการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้า (สายไฟฟ้าให้รวมถึงสายสัญญาณทางไฟฟ้า-สื่อสาร อื่นๆ เช่น สายโทรศัพท์สายสัญญาณวิทยุ-โทรทัศน์สายสัญญาณแจ้งเตือนเป็นต้น) เป็นไปด้วยความเรียบร้อยและถูกต้องตามมาตรฐาน จึงกำหนดให้การจัดหาวัสดุอุปกรณ์และการติดตั้งเป็นไปตามข้อกำหนดดังรายละเอียดนี้

6. ท่อร้อยสายไฟฟ้า

ท่อร้อยสายไฟฟ้าโดยปกติแบ่งออกเป็น 4 ชนิดตามลักษณะความเหมาะสมในการใช้งาน โดยท่อทุกชนิดต้องเป็นท่อโลหะตามมาตรฐาน ANSI ชุบป้องกันสนิมโดยวิธี HOT-DIP GALVANIZED ซึ่งผลิตขึ้นเพื่อใช้งานร้อยสายไฟฟ้าโดยเฉพาะดังต่อไปนี้

- 6.1 ท่อโลหะชนิดหนา (RIGID STEEL CONDUIT : RSC) สามารถใช้งานแทนท่อ EMT และ IMC ได้ทุกประการและให้ใช้ในสถานที่อันตรายและฝังดินได้โดยตรงตามกำหนดใน NEC ARTICLE 346
- 6.2 ท่อโลหะชนิดปานกลาง (INTERMEDIATE METAL CONDUIT : IMC) มีขนาดเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานได้เช่นเดียวกับท่อโลหะบาง และติดตั้งฝังในคอนกรีตได้แต่ห้ามใช้ฝังดินโดยตรงและใช้ในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 345
- 6.3 ท่อโลหะชนิดบาง (ELECTRICAL METALLIC TUBING : EMT) มีเส้นผ่าศูนย์กลางไม่น้อยกว่า 15 มิลลิเมตร (1/2 นิ้ว) ติดตั้งใช้งานในกรณีที่ติดตั้งลอยหรือซ่อนในฝ้าเพดานซึ่งไม่มีสาเหตุใดๆที่จะทำให้ท่อเสียรูปทรงได้ การติดตั้งใช้งานให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 348
- 6.4 ท่ออ่อน (FLEXIBLE METAL CONDUIT) เป็นท่อโลหะอ่อนที่ใช้ร้อยสายไฟฟ้าเข้าอุปกรณ์หรือเครื่องไฟฟ้าที่มีหรืออาจมีการสั่นสะเทือนได้ หรืออุปกรณ์ที่อาจมีการเคลื่อนย้ายได้บ้าง เช่น มอเตอร์ เป็นต้น ท่ออ่อนที่ใช้ในสถานที่ชื้นแฉะและนอกอาคารต้องใช้ท่ออ่อนชนิดกันน้ำการติดตั้งใช้งานโดยทั่วไปให้เป็นไปตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 350
- 6.5 อุปกรณ์ประกอบการเดินท่อได้แก่ COUPLING, CONNECTOR, LOCK NUT, BUSHING และ SERVICE ENTRANCE CAP ต่างๆต้องเหมาะสมกับสภาพและสถานที่ใช้งาน CONNECTOR
- 6.6 การติดตั้งท่อร้อยสายไฟฟ้าต้องเป็นไปตามข้อกำหนดดังนี้
 - 6.6.1 ให้ทำความสะอาดทั้งภายในและภายนอกท่อนก่อนทำการติดตั้ง
 - 6.6.2 ท่อต้องยึดกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่น ๆ ทุก ๆ ระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) และต้องยึดตัวสุดท้ายห่างจาก BOX ไม่เกิน 20 CM
 - 6.6.3 ท่อแต่ละส่วนหรือแต่ละระยะต้องติดตั้งเป็นที่เรียบร้อยก่อนจึงสามารถร้อยสายไฟฟ้าเข้าท่อได้ห้ามร้อยสายเข้าท่อในขณะที่กำลังติดตั้งท่อในส่วนนั้น
 - 6.6.4 การเดินท่อในสถานที่อันตรายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 500 ต้องมีอุปกรณ์ประกอบพิเศษเหมาะสมกับแต่ละสภาพและสถานที่
 - 6.6.5 การติดตั้งท่อต้องไม่ทำให้ท่อเสียรูปทรงและรั่วซึมความเค้นของการดัดต้องเป็นไปตามข้อกำหนดของ NEC
 - 6.6.6 การใช้ท่ออ่อนต้องใช้ความยาวไม่น้อยกว่า 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว)
 - 6.6.7 แนวการติดตั้งท่อต้องเป็นแนวนานหรือตั้งฉากกับตัวอาคารเสมอหากมีอุปสรรคจนทำให้ไม่สามารถติดตั้งท่อตามแนวดังกล่าวได้ให้ปรึกษากับวิศวกรเป็นแต่ละกรณีไป

7. CABLE TRAY

- 7.1 CABLE TRAY ต้องผลิตขึ้นจากเหล็กแผ่นที่ผ่านการป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO-GALVANIZED โดยที่แผ่นเหล็กด้านข้างต้องมีความหนาไม่น้อยกว่า 2 มิลลิเมตร (0.08 นิ้ว) และแผ่นเหล็กพื้นพับเป็นลูกฟูกมีช่องเจาะระบายอากาศดี
- 7.2 CABLE TRAY ชนิด LADDER ต้องมีลูกขึ้นทุกๆระยะ 300 มิลลิเมตร (12 นิ้ว) หรือน้อยกว่า
- 7.3 อุปกรณ์ยึดและแขวน CABLE TRAY และ WIRE WAY ภายในอาคารทำด้วยเหล็กทาสีภายนอกอาคารทำด้วยเหล็ก ELECTRO-GALVANIZED แล้วทาสีตามตารางรหัสและสัญลักษณ์

7.4 การติดตั้งและใช้งาน CABLE TRAY ต้องเป็นไปตามกำหนดใน NEC ARTICLE 318 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ CABLE TIE เท่านั้น

8. WIRE WAY

8.1 WIREWAYต้องพับขึ้นจากเหล็กแผ่นที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) พร้อมฝาครอบปิดผ่าน การป้องกันสนิมโดยวิธี ELECTRO-GALVANIZED

8.2 การติดตั้งใช้งานWIREWAYต้องเป็นไปตาม NEC ARTICLE 300 และ ARTICLE 362 และต้องยึดกับโครงสร้างอาคารทุกๆระยะไม่เกิน 1.50 เมตร (5 ฟุต) การมัดสายไฟฟ้าให้ใช้ CABLE TIE เท่านั้น

8.3 ภายในWIREWAYต้องมี CABLE SUPPORT ทุกๆระยะ 500 มิลลิเมตร (20 นิ้ว)

9. กล่องต่อสาย

กล่องต่อสายในที่นี้ให้รวมถึงกล่องสวิตช์กล่องเด้ารับกล่องต่อสาย (JUNCTION BOX) กล่องพักสายหรือกล่องดึงสาย (PULL BOX) ตามกำหนดใน NEC ARTICLE 370 รายละเอียดของกล่องต่อสายต้องเป็นไปตามกำหนดดังต่อไปนี้

9.1 กล่องต่อสายมาตรฐานโดยทั่วไปต้องเป็นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.2 มิลลิเมตร (0.048 นิ้ว) ผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ ELECTRO-GALVANIZED และกล่องต่อสายชนิดกันน้ำต้องผลิตจากเหล็กหล่อหรืออลูมิเนียมหล่อที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 2.4 มิลลิเมตร (0.096 นิ้ว)

9.2 ขนาดของกล่องต่อสายขึ้นอยู่กับขนาดจำนวนของสายไฟฟ้าที่ผ่านเข้าและออกกล่องนั้นๆ และขึ้นกับขนาดจำนวนท่อร้อยสายหรืออุปกรณ์เดินสายอื่นๆ ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงรัศมีการโค้งงอของสายตามข้อกำหนดใน NEC ARTICLE 373

9.3 กล่องต่อสายที่มีปริมาตรใหญ่กว่า 100 ลูกบาศก์นิ้วต้องพับขึ้นจากแผ่นเหล็กที่มีความหนาไม่น้อยกว่า 1.5 มิลลิเมตร (0.06 นิ้ว) ทั้งนี้ต้องคำนึงถึงความแข็งแรงของกล่องต่อการใช้งานผ่านกรรมวิธีป้องกันสนิมด้วยการ ELECTRO-GALVANIZED และกล่องแบบกันน้ำต้องมีกรรมวิธีที่ดี

9.4 กล่องต่อสายทุกชนิดและทุกขนาดต้องมีฝาปิดที่เหมาะสม

9.5 การติดตั้งกล่องต่อสายต้องยึดแน่นกับโครงสร้างอาคารหรือโครงสร้างถาวรอื่นๆ และกล่องต่อสายสำหรับแต่ละระบบให้มีรหัสสีภายใน และที่ฝากล่องให้เห็นได้ชัดเจน ตำแหน่งของกล่องต่อสายต้องติดตั้งอยู่ในที่ซึ่งเข้าถึงและทำงานได้สะดวก

9.6 กล่องต่อสายชนิดกันระเบิดซึ่งใช้ในสถานที่อาจเกิดอันตรายต่างๆได้ตามที่ระบุใน NEC ARTICLE 500 ต้องเป็นผลิตภัณฑ์ที่ได้รับการรับรองคุณภาพจาก UL (UNDERWRITERS LABORATORY)

10. การติดตั้ง

ถึงแม้ว่าข้อกำหนดจะระบุให้ใช้อุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเป็นตัวนำสำหรับการต่อลงดินหรือไม่ก็ตามแต่ต้องทำการติดตั้งอุปกรณ์เดินสายไฟฟ้าเหล่านี้ทุกๆช่วงให้มีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าโดยตลอดเพื่อเสริมระบบการต่อลงดินให้มีความแน่นอนและสมบูรณ์

11. การทดสอบระบบ

ให้ทดสอบเพื่อให้เชื่อมั่นได้ว่ามีความต่อเนื่องทางไฟฟ้าในทุกๆช่วงตามความเห็นชอบของผู้ควบคุมงาน

หมวดที่ 15 วัสดุและอุปกรณ์ที่อนุมัติใช้ในโครงการ

1. ความต้องการทั่วไป

- 1.1 วัสดุอุปกรณ์ต่าง ๆ จะต้องได้รับการอนุมัติก่อนที่จะนำมาติดตั้งวัสดุ-อุปกรณ์เหล่านี้ จะต้องมีความเหมาะสมเป็นไปตามแบบและข้อกำหนดตามที่ได้กล่าวมาแล้ว อุปกรณ์ใดที่เปลี่ยนแปลงมาจากโรงงานผู้ผลิตจะต้องแจ้งให้ทราบและจะพิจารณาตามความเป็นจริง อย่างไรก็ตามการเสนอแบบ ALTERNATIVE จะต้องถูกต้องและเป็นไปตามข้อกำหนดและความต้องการของวิศวกร
- 1.2 จำนวนอุปกรณ์ที่เสนอจะต้องเป็นไปตามที่ปรากฏบนแบบยกเว้นรายการต่อไปนี้
- 1.2.1 สายไฟฟ้าและท่อร้อยสายไฟฟ้าจะต้องวัดจากแบบหรือไดอะแกรม
- 1.2.2 รายการปลั๊กย่อยต่าง ๆ ที่ไม่ได้ระบุไว้แต่จำเป็นต้องมีไว้เพื่อให้ระบบสมบูรณ์แบบ จะต้องมีการประเมินจำนวนไว้โดยที่อุปกรณ์เหล่านี้ต้องมีคุณภาพดีเป็นที่ยอมรับได้
- 1.3 ตัวเลขข้อมูลของอุปกรณ์ต่าง ๆ ได้ระบุไว้ในรายการอุปกรณ์ตามที่ปรากฏในแบบและข้อกำหนด

2. ตัวอย่างอุปกรณ์มาตรฐาน

รายละเอียดในหัวข้อนี้ได้แจ้งถึงรายชื่อผู้ผลิตและผลิตภัณฑ์วัสดุและอุปกรณ์ที่ถือว่าได้รับการยอมรับ ทั้งนี้คุณสมบัติของอุปกรณ์นั้น ๆ ต้องไม่ขัดต่อรายละเอียดเฉพาะที่กำหนดไว้ การเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากชื่อที่ให้ไว้นี้ ต้องเลือกผลิตภัณฑ์ตามที่แสดงไว้ก่อน ยกเว้นไม่สามารถทำได้ต้องแสดงเหตุของการเสนอผลิตภัณฑ์นอกเหนือจากที่แสดง และต้องแสดงเอกสารรายละเอียดและหลักฐานอ้างอิงอย่างเพียงพอ เพื่อการพิจารณาอนุมัติให้ใช้งานโดยมีคุณภาพเทียบเท่า

2.1 VARIABLE REFRIGERANT FLOW (VRF) TYPE AIR-CONDITIONING

DAIKIN	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
MITSUBISHI	JAPAN OR ASSEMBLY UNDER LICENSE
SAMSUNG	KOREA OR ASSEMBLY UNDER LICENSE

2.2 COUPLING FOR PUMP AND MOTOR

REYNOLDS	USA
FLENDER	GERMANY
BENZLER	SWEDEN

HANSEN

BELGIUM

2.3 CENTRIFUGAL FAN

PANASONIC

JAPAN

KRUGER

SWITZERLAND

NICOTRA

ITALY

ACME

USA

GREEN HACK

USA

2.4 CEILING FAN

PANASONIC

JAPAN

KRUGER

SWITZERLAND

NICOTRA

ITALY

MITSUBISHI

JAPAN

WOLTER

GERMANY

2.5 BLACK STEEL PIPE AND GALVANIZED STEEL PIPE

COTCO

LOCAL

FIRST STEEL PIPE

LOCAL

HYUNDAI PIPE

KOREA

INTER STEEL INDUSTRIES

LOCAL

KLM

LOCAL

MITR STEEL

LOCAL

NIPPON

JAPAN

2.6 PVC PIPE

THAI PIPE

LOCAL

D-PLAST

LOCAL

BANGKOK PAIBOON PIPE

LOCAL

2.7 GATE VALVE

MUELLER STEAM	USA
WATTS	USA
NIBCO	USA
KENEDY	USA
HONEYWELL	USA
STOCKHAM	USA
TOYO	JAPAN
TA	SWEDEN
TOZEN	JAPAN

2.8 BUTTERFLY VALVE

MUELLER STAEAM	USA
KEYSTONE	USA
KENEDY	USA
NIBCO	USA
STOCKHAM	USA
AMRI	FRANCE
EBRO	GERMANY
CRANE	UK
TOZEN	JAPAN
BV	BELGIUM
HONEYWELL	USA

2.9 GLOBE VALVE

MUELLER STAEAM	USA
STOCKHAM	USA
NIBCO	USA

TOYO	JAPAN
TA	SWEDEN
TOZEN	JAPAN
HONEYWELL	USA

2.10 CHECK VALVE (SILENCE TYPE)

MUELLER STAELM	USA
VAL-MATIC	USA
METRAFLEX	USA
GESTRA	GERMANY
TRW MISSION	AUSTRALIA
CHECK RITE	CANADA
CRANE	UK
HONEYWELL	USA

2.11 BALANCING VALVE WITH FLOW MEASURING PORT

ARMSTRONG	USA
POWELL	USA
CRANE	UK
MNG	GERMANY
TA	SWEDEN

2.12 PRESSURE INDEPENDENT CONTROL VALVE(PICV)

TA	INTERNATIONAL
DANFOSS	INTERNATIONAL
ICV	INTERNATIONAL

2.13 PRESSURE RELIEF VALVE

CLA-VAL	USA
MUESCO	USA
WATTS	USA
SINGER	CANADA
BERMAD	ISRAEL

2.14 PITOT TUBE FLOW METER

DIETERICH STANDARD	USA
KENT	UK

2.15 FLOAT TYPE FLOW METER

TACO	USA
FISHER & PORTER	USA
METRAFLEX	USA

2.16 FLOW SWITCH

ITT MCDONELL & MILLER	USA
PENN	USA
HONEYWELL	USA
JOHNSON CONTROLS	USA
BARBER COLMAN	USA

2.17 WATER STRAINER

METRAFLEX	USA
ITT HOFFMAN	USA
TOYO	JAPAN
CRANE	UK
TOZEN	JAPAN

2.18 AUTOMATIC AIR VENT

ITT HOFFMAN	USA
VAL-MATIC	USA
METRAFLEX	USA
ARMSTRONG	USA
YOSHITAKE	JAPAN

2.19 PRESSURE GAUGE

TRERICE	USA
WEKSLER	USA
WIKA	GERMANY
DWYER	USA
WEISS	USA

2.20 THERMOMETER

TRERICE	USA
WEKSLER	USA
WIKA	GERMANY
DWYER	USA
WEISS	USA

2.21 FLEXIBLE PIPE CONNECTION (RUBBER)

KINETICS	USA
MASON	USA
VIBRATION MOUNT & CONTROL	USA
TOZEN	JAPAN
UNISON	KOREA

2.22 EXPANSION JOINT (STEEL)

METRAFLEX	USA
HYPAN	USA

2.23 VIBRATION ISOLATOR

KINETICS	USA
MASON	USA
VIBRATION MOUNT & CONTROL	USA
TOZEN	JAPAN
WILHAMS	UK

2.24 CLOSED CELL FOAMED ELASTOMER INSULATION

ARMAFLEX	USA OR PRODUCE UNDER LICENSE
AEROFLEX	LOCAL
K-FLEX	MALAYSIA
THERMOBREAK	LOCAL

2.25 WATER METER

ASAHI	JAPAN
AICHI	JAPAN
KENT	UK

2.26 GALVANIZED STEEL SHEET

THAI GALVANIZED STEEL	LOCAL
SINGHA	LOCAL
BSP	LOCAL
TRUZINC	LOCAL

2.27 FLEXIBLE DUCT

AERODUCT	LOCAL
ARMDUCT	LOCAL
AS&D	LOCAL
DUCT EXCEL	LOCAL
SIFLEX	SINGAPORE
FABRIFLEX	SINGAPORE

2.28 DIFFUSERS, GRILLES & LOUVERS

KOMFORT FLOW	LOCAL
FLOTHRU	LOCAL
ESCO FLOW	LOCAL
SEIHO	USA
AS&D	LOCAL

2.29 FIBERGLASS INSULATION

SFG INSULATION	LOCAL
MICRO-FIBER	LOCAL
VINSULATOR	TAIWAN
TWIGA	INDIA
AHI FLAMESTOP (524)	NEWZEALAND

2.30 AIR FILTER

AAF	USA
CAMFIL	USA/SWEDEN
JAF	JAPAN

2.31 LOW VOLTAGE CIRCUIT BREAKER

SIEMENS	GERMANY
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	THAILAND/CHINA
ABB	ITALY

2.32 SAFETY SWITCH

GE	USA
SIEMENS	GERMANY
SCHNEIDER ELECTRIC	USA

2.33 CONTACTOR AND CONTROL RELAY

SIEMENS	GERMANY
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE
ABB	FRANCE

2.34 METERING AND ASSOCIATED EQUIPMENT (ANALOG)

JANITZA	GERMANY
GOSSEN	GERMANY
FUJI	JAPAN
MITSUBISHI	JAPAN
CROMPTON	UK

2.35 DIGITAL POWER METER

JANITZA	GERMANY
CELSA	SPAIN
SIEMENS	GERMANY

SCHNEIDER ELECTRIC	USA/FRANCE
CROMPTON	UK
LOVATO	ITALY

2.36 LV CURRENT TRANSFORMER

SIEMENS	GERMANY
AEG	GERMANY
GOSSEN	GERMANY
FUJI	JAPAN
CROMPTON,	UK
MITSUBISHI JAPAN CROMPTON	UK

2.37 ELECTRIC MOTOR

CROMPTON	UK
SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
MITSUBISHI	JAPAN
SCHNEIDER ELECTRIC	FRANCE

2.38 CONDUIT (METALIC)

PANASONIC	LOCAL
TAS	LOCAL
RSI	LOCAL
ARROW PIPE	LOCAL
UI	LOCAL
BSM	LOCAL

2.39 CONDUIT (NON METALIC)

CLIPSAL	AUSTRALIA
FRE	CANADA
EFLEX	LOCAL

GRE	LOCAL
TAP	LOCAL
ท่อน้ำไทย	LOCAL
ตราช้าง	LOCAL

2.40 POWER & CONTROL CABLE

PHELPSDODGE	LOCAL
THAI YAZAKI	LOCAL
BANGKOK CABLE	LOCAL
CTW	LOCAL
MCI	LOCAL

2.41 FIRE BARRIER SYSTEM

HILTI,	USA
3M	USA
KBS	GERMANY

2.42 SMOKE DAMPER AND FIRE DAMPER

GREENHECK	USA
RUSKIN	USA
POTTORFF	USA
BETEC CAD	UAE

2.43 SMOKE VENTILATOR

COLT,	SINGAPORE
FLAKT WOODS	UK
SMOKE-VENT	UK
POWERMATIC	UK

2.44 PLC PROGRAMABLE LOGIC CONTROL

DANFOSS	DENMARK
RELIANCE	USA
ALLEN-BRADLEY	USA
SIEMENS	GERMANY
FUJI	JAPAN
ABB, SWEDEN	SWITZERLAND
TELEMECHANIQUE	FRANCE
CAREL	ITALY

2.45 AUTOMATIC BALANCING VALVE

FLOW CON	USA
AUTOFLOW	USA
BALANCTEC	LOCAL
ISN (YORK)	USA
TRACER (TRANE)	USA
DAIKIN	

2.46 FIRE RESISTANCE CABLE

PRYSMIAN	UK
NEXAN	FRANCE
STUDER	SWITZERLAND
DRAKA	UK